JAPANESE JOURNAL OF BOTANY

PUBLISHED BY NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF JAPAN

Vol. II No. 3

CONTENTS

TRANSACTIONS

The Cells of Vicia faba Modified by Röntgen Rays, and Their Resemblance to Malignant Tumour Cells with the Cytological Observations of Tumours.[1]

By Hideo KOMURO.

[With Plates VII–VIII and 12 Figures in Text.]

(Received April 6, 1924.)

Introduction.

Since I published the preliminary note on this problem in 1922, I have made special experiments to determine how many hours later the irradiated seedlings and young plants will cause the cytological changes in the cells of radicles, using another race of *Vicia faba* and a different kind of the RÖNTGEN ray bulb, besides the repeating experiment of the former. I verified the fact that cytological changes caused in the cells of radicles of "Wase-soramame", a race of *Vicia faba*, by rays from the tungsten anticathode were the same as in the case of "Hyôgo" race. The anticathode used in these experiments was made of a hard metal, therefore the nature of X-rays was of a hard type. The results of the effect of soft rays from the molybdenum anticathode will be published in the near future. General observations in the experiments of 1922 were as follows :—

Steeped irradiated seeds of "Wase-soramame" were sown in sand and the radicles were fixed eight days after irradiation. This was the repeating experiment with a different race. They showed these changes :—Conspicuous deformation of nuclei and thickening of cell wall; karyokineses were found only in anomalous cases; abnormal binucleate and multinucleate cells were observed with the accompanying degenerative changes of finely granular dense hyper-

(1) I have read this preliminary note at the regular meeting of the Tôkyô Botanical Society in March 1922, and published it in the Botanical Magazine, Tôkyô. Vol. XXXVI, No. 424, April 1922. I appreciate very much Mr. L. R. HAWTHORN's kindly help in the arrangement of this manuscript. I am also obliged to Mr. Y. UYEDA and Miss N. TOTOKI for their faithful assistance.

I wish to take this opportunity to express my sincere gratitude to Professor MATARÔ NAGAYO, of the Imperial University of Tôkyô, whose constant advice and cooperation during the progress of these investigations have greatly facilitated my work in this field.

chromatosis, pycnosis, and karyolysis; multinucleolar nuclei(1) and escaped nucleoli were seen.

When the young plants and seedlings of "Wase-soramame" were exposed to the rays for one hour, the cytological changes in the root-tips of the main and lateral roots appeared 1½ hours after irradiation and the changes reached an advanced condition as additional time elapsed. Abnormal binucleate cells were observed in the preparations made three hours after irradiation. In the preparations made nine hours after irradiation pycnotic and karyolytic conditions were found easily in various parts of the root-tips; escaped nucleoli in the cytoplasm and multinucleolar conditions were prevalent. Moreover nuclei were found in the conditions of finely granular dense hyperchromatosis and hyperchromatosis of the nuclear membrane. Karyokineses were found very rarely and only in abnormal condition. Vacuolization of cytoplasm was becoming manifest with time. I could trace the process of degeneration. **Hypochromatic and hyperchromatic conditions were the two branches of its first appearance, and karyolysis and pycnosis were the last stages of degeneration. Pycnosis seems to come from the hyperchromatic condition.**

This time I could observe many kinds of tumour preparations by the favour of Professor S. A. Goldberg of Cornell University.

Methods.

For the experiments of 1922, Ôkura's gas tube with tungsten anticathode (water-cool tube of Müller's type), hardness of which was ±10.5° of Wehnelt, was used. The current passing through the tube was 2.0–2.5 milliampères. A spark gap of 15 cm. was formed by a pointer with a dull point and a plate; the distance between anticathode and material to be irradiated was 30 cm. A water cell was inserted between the bulb and the material. The cell of which the diameter was 15 cm. was made of two aluminium disks 0.3 mm. thick supported by brass rings 1 cm. high and provided with two short brass tubes for the circulation of water. This device was used to prevent the thermal factor entering in the experimentation. The material was placed in a large Petri-dish with or without water, the temperature change of water in the Petri-dish, containing the material, at the time of irradiation, was 21.2°–21.8°C. and 24.6°–25.6°C. The irradiation(2) was made by the writer under the direct supervision of the late Professor K. Fuji at the electrical

(1) The increased number of nucleoli in a nucleus is called "multinucleolar nucleus" or "multinucleolar condition" (see Figs. 10, 11, and 12 in the plate VII.).

(2) I ought to express my hearty thanks to Dr. T. Kuriyama, and Messrs. Obonai, Uyeda, and Satô for their kindly help with the irradiation in that laboratory.

laboratory of the Agricultural Experiment Station of the Department of Agriculture and Commerce, Nishigahara, Tôkyô. It is the writer's pleasant duty to acknowledge his indebtedness to him.

Fixative :—FLEMMING's medium solution for the material of 1919. BENDA's modification of FLEMMING's fluid was used for the rest.

Sections were cut 6–12μ thick.

Staining :—FLEMMING's triple combination(1) and iron-haematoxylin(2) with and without a counter stain of congo red.

Experiments.

Experiment I. The seeds of "Hyôgo" (兵庫), a race of *Vicia faba*, were steeped in water for 77 hours, exposed(3) to rays of 20 H, 40 H, and 50 H,

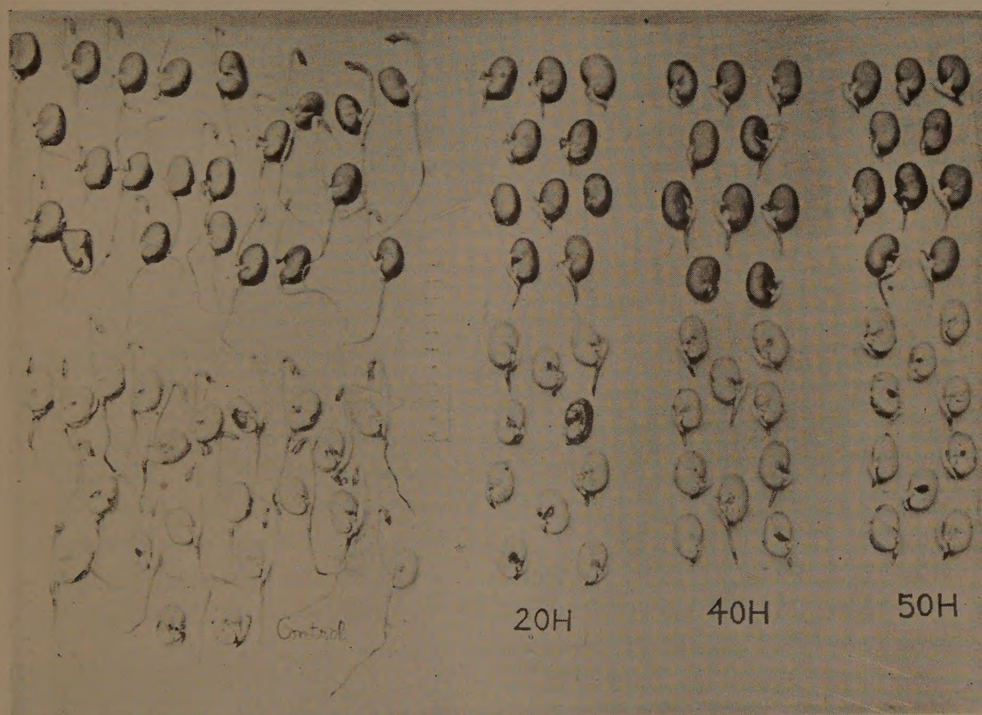


FIG. 1. Seedlings grown from the seeds of "Hyôgo" race which were steeped for 77 hours and irradiated. Photographed 8 days after irradiation. The lower row represents those from peeled seeds.

(1)-(2) See MEYER (1915), pp. 200-202.

(3) This irradiation was made at the Juntendô Hospital of Tôkyô by the favour of Professor K. FUJINAMI of Keiô Medical University of Tôkyô with the kindly help of Mr. OKUDAIRA. The writer expresses his sincere thanks to them.

and then sown in sand on the evening of April 19, 1919. At noon on April 27, eight days after irradiation, the radicles of the irradiated individuals, after being photographed (Fig. 1), were fixed in FLEMMING's medium solution, along with the controls. The treatment of this material and the physiological results are described in the author's paper of 1923 (Experiment VIII, p. 282), and in a preliminary note of 1922. There was no conspicuous difference between the cells of the 20 H, 40 H, and 50 H radicles as to cytological changes observed.



FIG. 2. A disturbed early anaphase stage (?) 50 H.

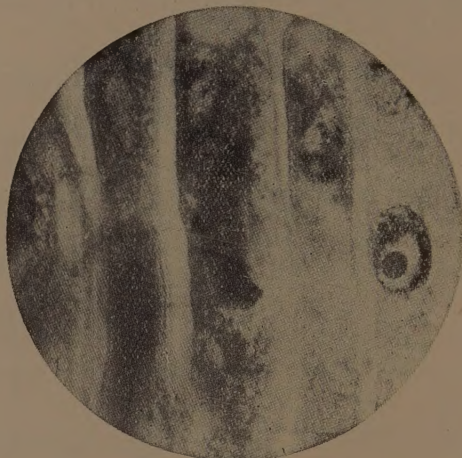


FIG. 3. A tripolar mitosis (?). In a nucleus at the right the chromatic substance has become hyperchromatic and widely withdrawn from the finely vacuolate nucleolus, which is excentric in position. 50 H.

The lowest dose, 20 H, might have exceeded the minimum amount harmful to the material. Mitotic figures were rarely found and almost all these cases were anomalous, e. g., multipolarity, or chromosomes scattered in the cytoplasm. This may be the reason for the multinucleate (multinuclear) cells observed (Figs. 2, 3; Plate VII, figs. 1, 2 and 3). In general the protoplast was torn away from the cell wall (Plate VII, fig. 1). In these cases the cytoplasm is condensed, but otherwise it is coarse and vacuolate.

Formation of (Abnormal) Binucleate Cells.

Binucleate cells in our material seem to have been produced in one of the following ways in combination with the suppression of cell-wall formation:

1) a constriction occurred in the nucleus during the prophase of mitosis (Fig. 4).

2) a budding of the nucleus (Figs. 5 and 6).

3) amitosis preceded by the division of the nucleolus (this process is also

observed in the cells of normal tissue of the central cylinder) (Fig. 6; Plate VII, figs. 5, 6 and 7.)

4) asymmetrical mitosis (Fig. 7 and Plate II, fig. 20).

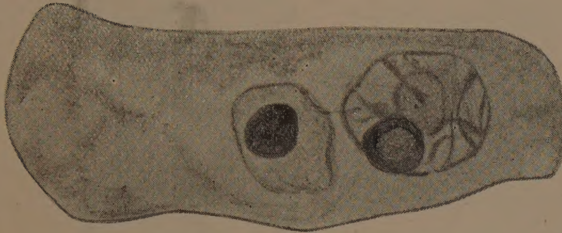


Fig. 4. A binucleate cell in which a constriction seems to have occurred in the nucleus during the prophases of mitosis. 50 H, × 1800.

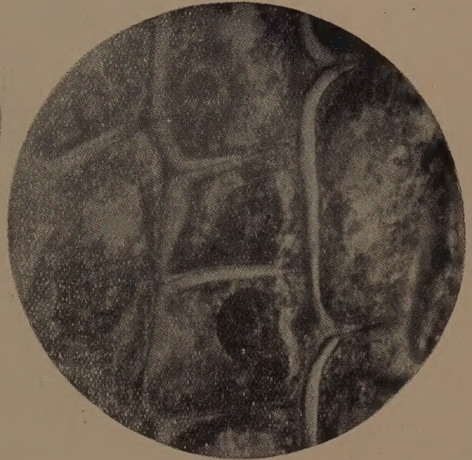


Fig. 5. Binucleate cells which seem to have been produced by nuclear budding. 50 H.

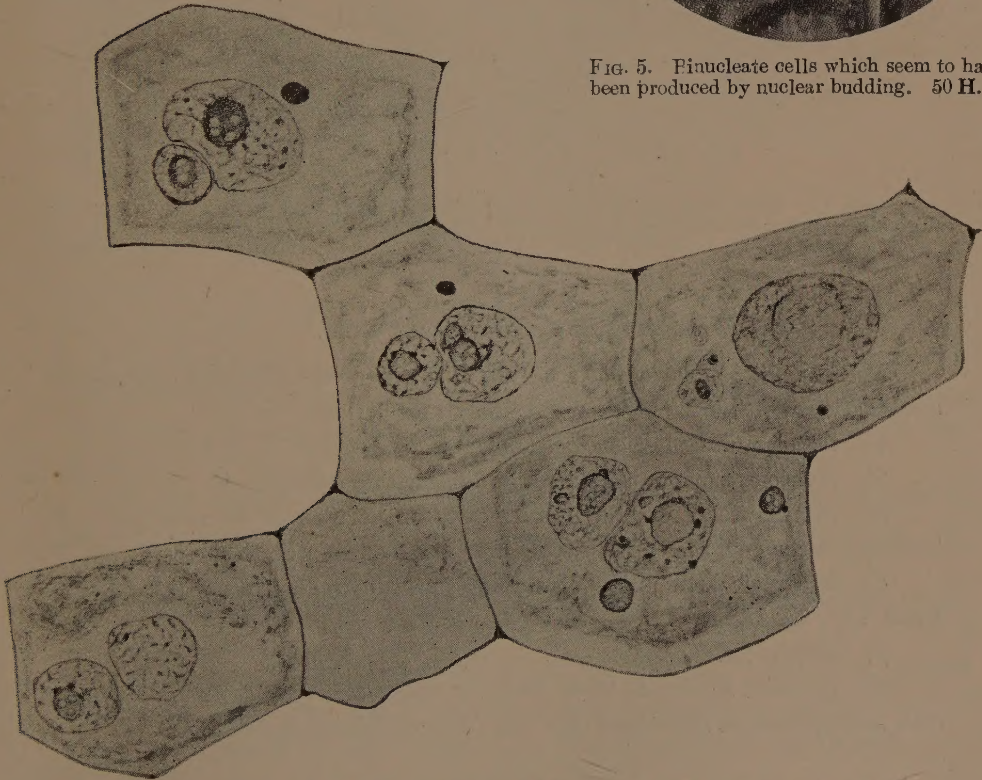


Fig. 6. Binucleate cells which seem to have been produced by amitosis or nuclear budding. 50 H, × 1000.

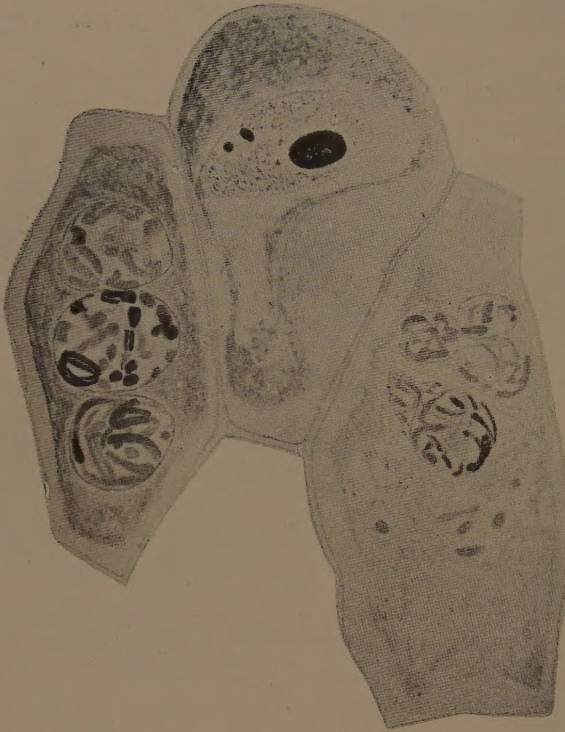


Fig. 7. Left: in the lower half of an incompletely divided cell is a nucleus about to divide asymmetrically; in the upper half is a group of 3 nuclei. 50 **H.**



Fig. 8. A binucleate cell with one of the nuclei in a mitotic condition. 50 **H.**

Formation of Multinucleate Cells.(1)

Multinucleate cells may be the result of one of the following processes in combination with the suppression of cell-wall formation:

1) tripolar mitosis (Figs. 3, 7 and Plate VII, fig. 1).

2) division of one of the nuclei in a binucleate cell (Fig. 8).

3) the failure of certain chromosomes or portions of chromosomes to be included in the daughter nuclei in the telophases of division (Plate VII, fig. 4).

4) irregular distribution of chromosomes during mitosis (Figs. 7, 9 and Plate VII, fig. 18).

5) multipolar mitosis.

6) processes similar to those described under the formation of binucleate cells taking place in binucleate cells will form multinuclear cells.

---

(1) By multinucleate (multinuclear) cells are meant those containing more than three nuclei.

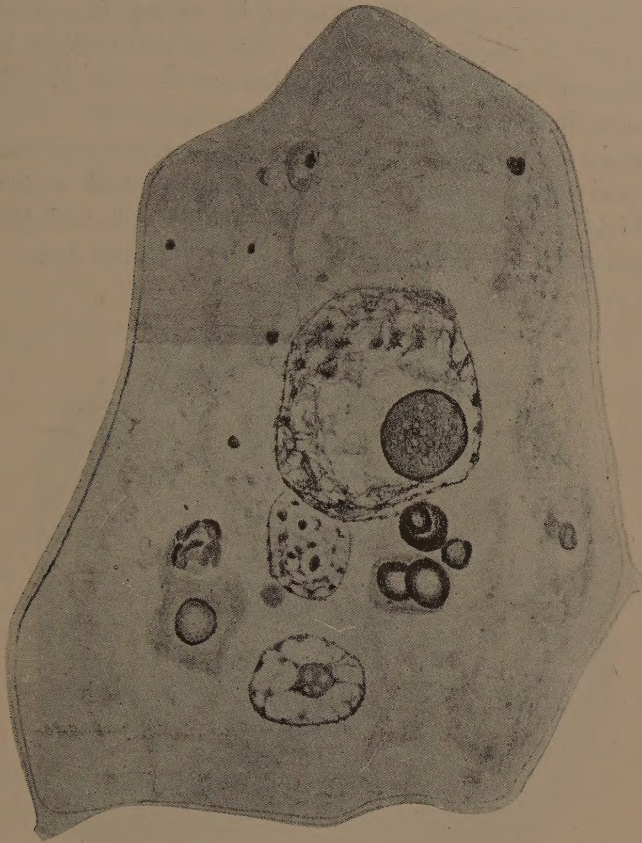


Fig. 9. A multinuclear cell. 50 H, × 1800.

I presume that the formation of bi- and multinucleate cells is partly due to a lessened vitality (senescence) on the part of the cytoplasm, that is, a failure of the cytoplasm (including cell-wall material) to increase sufficiently for normal division.

Nuclei have a tendency to change their form according to the shape of the cells in which they lie, but many nuclei of very peculiar shapes were observed in cells of the usual form (see also Molisch 1922, p. 12).

Both the nuclei and the nucleoli of irradiated roots were larger than in the controls.

There were many nuclei, the chromatic substance of which is widely withdrawn from the nucleolus, which was excentric in position (Fig. 3 right and Plate VII, figs. 7 and 17). Vacuolization of the nucleoli was observed in every case of degeneration (see Figs. 3, 5, 6 and 9).

I have found escaped nucleoli with greater frequency in the irradiated

roots than in the controls (Plate VII, figs. 10, 13, 14, and 15). Disturbance of the epidermis and the neighbouring tissues may be seen both in longitudinal and transverse sections of irradiated roots but not the controls. Therefore, I do not think that it is an artifact produced by the microtome.

Giant nuclei[1] are very often met with. These frequently nearly fill the entire cell, and in these cases many nucleoli are found scattered in the cytoplasm (Plate VII, fig. 10). Giant nuclei stain deeply with haematoxylin and contain many nucleoli which stain weakly with the same dye.

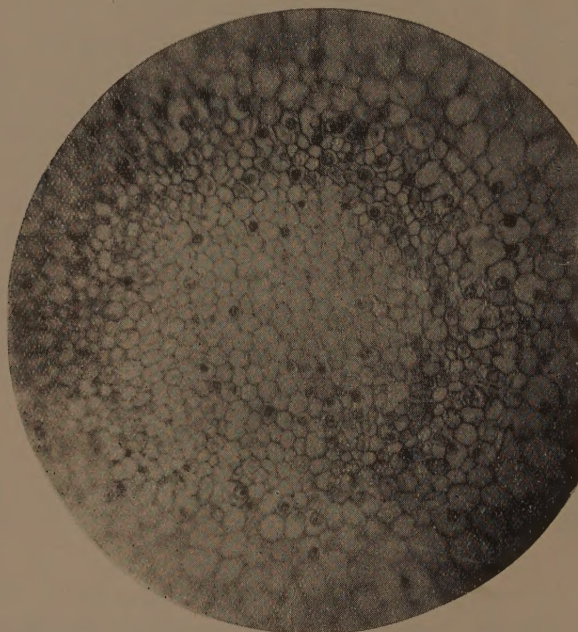


Fig. 10. Cross section of the 50 **H** radicle which shows the differentiation of the mechanical tissue.

Due to the development of mechanical tissue the tips of the radicles from irradiated seeds were harder than those of the controls at the stage of growth shown in Fig. 1 (Figs. 1 and 10).

Pycnotic[2] and karyolytic cells are found in various parts of the irradiated roots. In the periblem they are found with frequency, and even in the tissue

(1) I spoke of giant cells in the preliminary note, but it would have been better to say giant nuclei.

(2) Alberti and Politzer (1923) illustrated pycnotic cells beside asymmetrical, pseudo-amitotic figures, irregularly scattered chromosomes, and multinucleate cell in the Salamander. I cannot agree with their statements, and await the results of their more careful future experiments.

adjacent to the growing point prepycnotic cells are present along with multinucleate cells. (Plate VIII, fig. 36).

In karyolytic cells the nucleus generally comes in close contact with the cell wall, while one nucleolus becomes very large and stains weakly with haematoxylin(Plate VIII, fig. 36). I can say nothing concerning the mechanism of the increase in number of nucleoli, but it is to be regarded as an important feature of degeneration (Figs. 11, 12, and 13).

Enlargement of both the cell and the nucleus (and also the nucleolus), vacuolization of both the nucleolus and the cytoplasm, increase of the number of nucleoli, and a hyperchromatic or hypochromatic condition of the nuclei may be said to characterize the degenerate or senescent condition.

In the control cases there was amitosis preceded by the division of the nucleolus, as I reported in the preliminary note (1922, p. 41). Furthermore, there are often many extranuclear nucleoli which stain deeply with safranin in FLEMMING's triple combination. But multinucleate cells, multinucleolar nuclei[1], abnormal mitotic figures[2] of any stage, giant nuclei, and disturbance of epidermis and neighbouring tissues were not observed in any of the control preparations examined. I could not find the differentiation of mechanical tissue in the root tips of the controls in the stage of growth shown in Fig. 1. (Plate VII, figs. 10, 12 and 13).

In plant tissue we cannot take the multinucleate condition[3] alone as a positive sign of degeneration, but if this condition occurs in combination with karyolysis and pycnosis, then it may safely be concluded that this is a visible expression of degeneration (Plate VII, fig. 4).

Cytological Observations on Tumours.

I was enabled to make careful cytological observations of tumour preparations by the favour of Professors T. KIMURA and A. GOLDBERG. Observed tumours were as follows :—

Chordoma of coccyx.

Rhabdomyoma of vaginal musculature of woman.

Myosarcoma (glutens muscle and abdominal muscle) of man.

Cystic tumour of ovary of mare.

Tumour of ovary (in a girl of five years).

Tumor of Glandulae parathyreoideae.

---

(1) I have found 1–3 nucleoli in the control nucleus. In general one nucleus has one nucleolus, but there are many nuclei which have two nucleoli.

(2) Chromosome-bridge is often met with in the control preparations.

(3) See MOLISCH (1922) p. 12.

Coexistence of chorioma and of seminoma on the same testis of man.
Seminoma of horse.
Testis-carcinoma of horse.
Carcinoma of stomach.
Carcinoma of mouth.
Carcinoma of esophagus.
Polymorphous sarcoma of man.
Gliosarcoma of brain.

The cases of testis-carcinoma of horse, of seminoma of horse, and of carcinoma of stomach have marked resemblance to my case.

There are three types(1) of nuclei in these carcinoma.

1) Young ones are small and filled with uniformly distributed chromatin network and generally have no nucleolus.

2) Medium sized nuclei provided with a lesser quantity of chromatin network and with nucleoli.

3) Abnormally enlarged nuclei with a little chromatin and many nucleoli, sometimes vacuolated.

Hansemann (1890) says, "daß die Zellen in einem Epithelkrebs verschiedenen Chromatingehalt haben, davon ist es nicht schwer sich zu überzeugen." As degenerative phenomena I have found two types of chromatin content (Hyperchromatic and hypochromatic), and the nuclei in a condition of hyperchromatosis of the nuclear membrane.

In this study of tumour cells, karyolysis seems to have been produced in two ways. It was presumed that in one *the nuclei became chromatolytic at first and then perhaps caused karyolysis;* and that in the other *the karyolysis was produced after the hyperchromatosis of the nuclear membrane.*

Abnormal mitotic figures were found in malignant tumours studied together with amitosis in each case. Infolding (Einbuchtung) of nucleus was considered as the first step of amitosis.

Multinucleate (multinuclear) cells, multinucleolar nuclei, deformation of nuclei, disturbance of the arrangement of cells, vacuolization of both the nucleolus and the cytoplasm, enlargement of both the nucleus and the nucleolus, and giant nuclei with many nucleoli were common occurrences in malignant tumours in combination with the above mentioned degenerative changes.

It was noteworthy that *the nucleoli of carcinoma were more generally distinct but that those of sarcoma were obscure.*

Following are statements on the special tumours observed.

---

(1) Boveri (1914) also states that there are various types of cells and variation of size of nucleus (pp. 45 and 49), and he considers them as characteristic features of tumour cells.

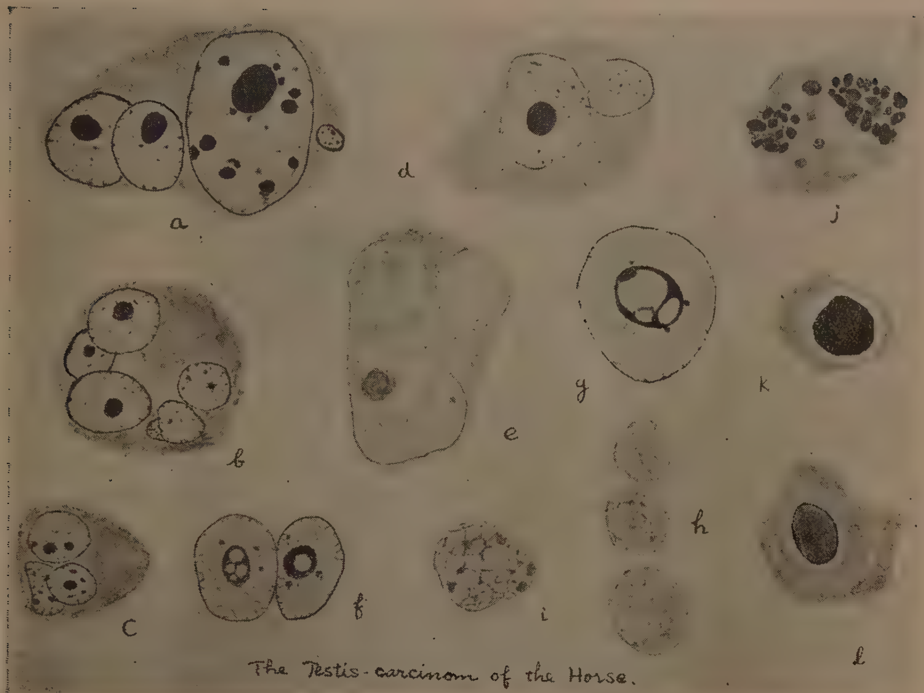


Fig. 11. The testis-carcinoma of the horse (from Prof. T. Kimura's preparation).

a) **Testis-carcinoma of horse.**—In Fig. 11 *a*, *b*, and *c* are multinucleate cells and *e* shows a binucleate one. The largest nuclei of *a* and *e* are the giant nuclei which have many nucleoli, and these belong to the type III of the nuclei. *l* shows the enlargement of nucleolus which precedes karyolysis. Vacuolization of nucleoli is apparently shown in *f* and *g*. These changes have been observed among old cells of tumour. We have seen the asymmetrical, irregular, mitotic figures (as *j*) besides the irregularly scattered fragments of chromosomes in this carcinoma, therefore it is presumed that each of these fragment groups of chromosomes might have become a nucleus, and thus multinuclear cells might have resulted, as I concluded in my case (see p. 4). The explanation that they are only the result of multipolar type of division seems inadequate.

Hyperchromatosis of the nuclear membrane, chromatolysis, distinctive irregularity in the form of nuclei, hypochromatic and hyperchromatic nuclei have been observed. There is a great variation in the size of nucleus. The smaller one in *d* belongs to type I, and the nuclei in *h* and *i* belong to type II and III respectively. The smaller one in Fig. *e* is hypochromatic and provides for chromatolysis. The nucleoli of this carcinoma were clearly seen.

b) **Polymorphous sarcoma of man.**—Great variation of the size of nucleus,

deformation of nucleus, and obscurity of nucleolus were marked in this tumour in combination with other degenerative phenomena. Figs. 12 *a* and *b* show the abnormal mitosis and *c* is a polymorphic cell. *d* indicates a multinucleate cell consisting of hyperchromatic nuclei.

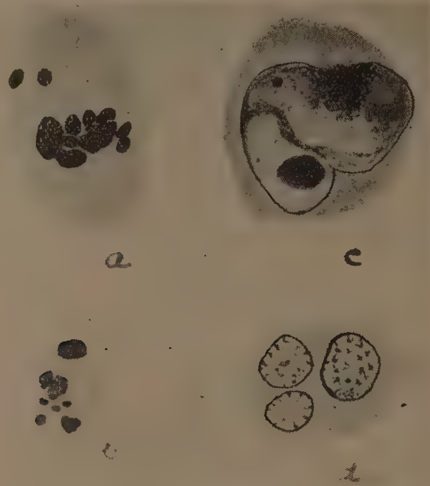


Fig. 12. The polymorphous sarcoma of man (from Prof. T. Kimura's preparation)

c) **Chorioma of testis of man.**—The form of nuclei was very irregular. Nuclei were found generally in a hyperchromatic condition, and nucleoli had many abnormal shapes. There were nuclei in the early stages of amitosis or in the end of the amitotic division. That the chromatic substance had taken a string or tape-like shape was very noticeable.

This tumour coexisted with seminoma and the latter had the same appearance with the testis-carcinoma of horse and the seminoma of horse.

d) **Seminoma of horse.**—The form of nuclei was irregular and their size varied extremely. The nuclei of types II and III were prevalent. The nuclei were also found in hyperchromatic, and even with hyperchromatosis of the nuclear membrane (?), and hypochromatic conditions. The hypochromatic condition was extraordinary in that the chromatic substance had decreased so much that there was only a slight trace or even no trace of it, but there were scattered nucleoli. I have observed some nuclei which increased in size and yet had only a nuclear membrane, the chromatic substance and nucleoli being absent. Multinucleate cells prevailed. Infolding of the nuclei, and nucleoli which were preparing to divide were very often met with. I have seen the nuclei which had produced amitotically. There occurred vacuolization of both the nucleolus and the cytoplasm.

There were mitotic figures and formation of multinucleate cells from the fragment groups of chromosomes along with amitosis. Karyolytic and pycnotic nuclei were found and pycnotic ones which were becoming irregular were often observed.

e) **Carcinoma of stomach.**—There were many multinuclear cells, and cells which were going to divide asymmetrically and amitotically. I could trace various stages of amitosis. The form of the nucleus was very irregular, and though the nucleus was rather formal in shape, it was hyperchromatic and multinucleolar. Many nuclei were found with a hyperchromatosis of the nuclear membrane. Pycnotic and karyolytic conditions were quite prevalent. I have very often seen such a karyolytic condition that the karyolysis had occurred after the hyperchromatosis of the nuclear membrane. There were nuclei which had taken the shape of type III and their chromatic substance was widely withdrawm from the nucleolus, which was excentric in position. I have often found the nucleolus resembling the escaped type, and a nucleus, the chromatic substance of which had almost disappeared and only nuclear membrane is still slightly in evidence. In combination with these excessive degenerative changes there were quite often found mitotic figures which have been regarded as prophase or metaphase stages.

f) **Carcinoma of mouth.**—Nucleus was hypochromatic generally and its nucleolus was not so clearly seen.

g) **Gliosarcoma of brain.**—Cellular but differentiation of cytoplasm was very obscure. The form of nucleus was distinctly abnormal. The nuclei were either hypochromatic or hyperchromatic. Nucleoli were particularly obscure. Bodies which may have been nucleoli were observed in some of the nuclei, but their identity was always doubtful. There were many multinucleate cells. Deep infolding as preparation for amitosis and sometimes mitotic figures were met with. There was great variation in the size of nucleus. Polymorphic nuclei were very often met with.

h) **Myosarcoma of man.**—Nuclei had very irregular shapes. Amitosis was prevalent. Nuclei were generally hypochromatic. Nucleoli were clearly seen. Both the nucleoli and karyoplasm were vacuolated. Giant and polymorphic nuclei prevailed and many nuclei were found in a pycnotic and karyolytic condition.

i) **Cystic tumour of ovary of mare.**—In the syncitium of a young small cyst there were two kinds of nuclei. One was hyperchromatic and the other hypochromatic, provided with coarse chromatin-net and nucleoli. The hypochromatic nuclei were found in karyolytic, and the hyperchromatic ones were in pycnotic condition in syncitium of larger cyst, therefore, the nuclei may thus have disappeared in the old cyst.

j) **Tumour of ovary.**—The size of nuclei was very large and one or more nuclei were found in vacuolate cytoplasm. Nucleolus was clearly seen, but its shape was abnormal. There were nuclei which have been regarded to be produced by budding. In general the nuclei were hyperchromatic. The cytoplasm was not always vacuolated. The nuclear membrane clearly existed. In the case of multinucleate cells the nuclei were generally small.

k) **Carcinoma of esophagus.**—The arrangement of the nuclei was disturbed and their form had become irregular. The nuclei had come to a hyperchromatic condition and chromatic substance was widely withdrawn from the nucleolus, which was obvious and excentric in position.

l) **Tumour of Glandulae parathyreoideae.**—Besides the common degeneration phenomena there were found amitotic figures and the resulted nuclei had almost the same size and sometimes their size varied. I did not see mitotic figures. Seldom were there trinucleate cells but no cells which had more than three nuclei. I think this may due to the prevalence of amitosis instead of mitosis. Giant nuclei appeared.

Nucleoli were more distinct than in the case of sarcoma, but not so obvious as in carcinoma.

m) **Rhabdomyoma of vaginal musculature of woman.**—In the vacuolate large cell there were mono- or multinuclei which had generally pseudonuclear nodes, sometimes nucleoli existed clearly and were often found in a multinucleolar condition. Polymorphic nuclei were found. There were certain cells which contained one polymorphic nucleus surrounded by striated cytoplasm. Enlarged nuclei had increased number of nucleoli, but medium size ones had only chromatin network having pseudonucleolar nodes instead of clear nucleolus.

As I stated, there were two modes of propagation in tumours, mitotic and amitotic. The mitotic process was asymmetrical or multipolar in the malignant case, which showed other marked degenerative changes. Hansemann (1890) says that, "jede asymmetrische Theilung einer Zelle bedeutet eine Veränderung ihrer Differenzirung; sie ist also in Parallele zu setzen mit einem neuen Generationsstadium der ontogenetischen Entwickelung. Demnach muß die asymmetrische Theilung jedesmal mit einer Veränderung der Wachstumsenergie und der Wachstumsrichtung verbunden sein" (p. 323); and he illustrates polymorphic nuclei, multinuclear cells, hyperchromatic and hypochromatic cells, and asymmetrical or multipolar karyokineses. Pianese (1896) also pictures the abnormality of nucleus, multinucleate cells, vacuolization of both the nucleolus and karyolymph, multinuclear condition, and abnormal mitotic figures.

Experiment II.

Material: 111 hours' steeped seeds of "Wase-soramame" (早生蠶豆), a race of *Vicia faba*, of which the tips of the radicle appeared a little from the seed coat.

Date of exposure: April 27, 1922.

Condition: Spark gap 15 cm.; tube current 2.5 milliampères; distance(1) 30 cm.; *one hour irradiation.*

The irradiated seeds were sown in sand after irradiation. The root tips of the radicles which had developed to a certain length (the rest were so severely damaged that their radicles were too short to take for cytologicrl purposes), were fixed in FLEMMING's (BENDA) fluid at 3.05 P. M. on May 5, eight days after irradiation.

Following is an observation of this material; abnormal karyokynesis, escaped nucleoli, nuclei in the condition of finely granular dense hyperchromatosis, multinucleate cells, etc., were found. Even in the tissue adjacent to the growing point, there was the multinucleate cell which I think may have resulted from the fragmentation of chromosomes (Plate VII, fig. 18). The cell wall was observed to be thickened (Plate VII, figs. 18 and 19). Nuclei were found in pycnotic and karyolytic conditions. Karyolysis seems to have occurred after chromatolysis and finely granular dense hyperchromatosis (Plate VII, fig. 19), and pycnosis is regarded to have originated from hyperchromatic nuclei (this point I shall discuss afterwards).

These coincided with the observations of Experiment I, the material of which was "Hyôgo" race:

Experiment III.

Material: Seedlings of "Wase-soramame".

Date: May 11, 1922.

Condition: Spark gap 15 cm.; tube current 2 milliampères; distance 30 cm.: the seedlings were placed in water in a large PETRI-dish; water temperature 21.2°—21.8°C; room temperature 22.8°—24.4°C.; *one hour irradiation.*

After irradiation they were kept in the water and the tips of the radicles were killed, along with controls, in this manner:—

3 hours after irradiation at 6.40 P.M.
6 „ „ „ „ 9.40 P.M.
9 „ „ „ „ 12.40 A.M. on May 12.

Degeneration phenomena in the preparations made **three hours after irradiation** were as follows:

(1) Distance between the anticathode and the material to be irradiated.

Prophase stages of mitosis were found but the more advanced stages were not so often met with. Under low power observation (Zeiß 4 × D), deformation of the tip of radicles, disturbance of the arrangement of cells, special groups of dead cells, enlarged cells, and chromatolysis were observed

Abnormal binucleate cells were often observed, even in the tissue near growing point. There was a certain case in which the nucleus of the binucleate cell had been in a prophase stage.

Both the hyperchromatic and the hypochromatic nuclei had increased very much. In the former *chromatic substance had come together and had become fine granules, and it seemed to have reached the condition of finely granular dense hyperchromatosis* (Plate VII, fig. 28). Vacuolization of cytoplasm was conspicuous.

Degeneration appeared markedly in the **6 hours'** preparation :

Vacuolization of cytoplasm became manifest; nuclear membrane was obscure; nuclei were found in the condition of finely granular dense hyperchromatosis, prepycnosis(1), pycnosis, and karyolysis.

Hyperchromatic nuclei prevailed markedly and they had finely vacuolated nucleoli. Chromatic substance adhered to the surrounding nucleoli. Escaped nucleoli and prophase stages of mitosis were often met with.

Following is an observation on the preparations made **nine hours after irradiation:**

Degeneration phenomena had advanced further. Vacuolization of both the cytoplasm and the nucleolus had become more and more apparent (Plate VII, fig. 23). Karyolytic and prepycnotic nuclei had markedly increased. Pycnotic conditions were easily found in various parts of the tissues. (Plate VII, fig. 23). Binucleate cells were increased. *Karyolysis caused after chromatolysis was conspicuously seen.* Escaped nucleoli were very often found in the cytoplasm. *The nuclei had reached a condition of hyperchromatosis of the nuclear membrane* (Plate VIII, figs. 30 and 34) and were multinucleolar. Vacuolization of nuclear substance and decrease of chromatic substance were clearly observed.

Mitotic figures of prophase stages were seldom met with, but there were no advanced stages. A degeneration of the nuclear membrane and a deformation of the nucleus were common occurrences. There were many cells which appeared to be approaching the binucleate condition, for it seemed evident to me that the mitotic process was interfered with in prophase stages, with the result that the nuclei had become constricted and irregularly divided. There occurred enlarged nuclei, which in general stained deeply with haematoxylin.

---

(1) Prepycnosis means that a nucleus had reached a markedly hyperchromatic condition and its nucleolus is hardly recognizable under the dark field illumination of "Wechselkondensor nach SIEDENTOPF." This is a good opportunity to express my hearty thanks to Professor Emeritus S. H. GAGE of Cornell University for his kind arrangement of this special apparatus by which I was enabled to make a number of important observations.

Experiment VI.

Material: young plants of "Wase-soramame".

Date: June 15, 1922.

Condition: plants were placed in water in a large PETRI-dish; distance ca. 30 cm.; spark gap 15 cm.; tube current 2.0–2.5 milliampères; *one hour irradiation.*

Immediately after irradiation lateral roots were killed along with the controls at 2.25 P.M. and the rest were kept in the water (water temperature 24.6°–25.6°C.; room temperature 27.2°–27.4°C.), and then fixed as follows:—

30 minutes after irradiation at 2.55 P.M.
1 hour after irradiation „ 3.25 P.M.
$1\frac{1}{2}$ hours after irradiation „ 3.55 P.M.
2 „ „ „ „ 4.25 P.M.

Degenerative phenomena[1] were observed first in the preparations made **one and one half hours** after irradiation.

Irregular mitotic figures, asymmetrical mitosis (Pl. VII, fig. 20), chromosome-bridge, fragmentation of chromosomes were observed instead of normal mitoses. There occurred vacuolization of cytoplasm, even in the part of the growing point. Hypochromatic nuclei, of which the linin-net I could scarcely draw by the help of the dark field illumination of SIEDENTOPF's Wechselkondensor, were found in the periblem, but the nuclear membrane was distinctly present. In some preparations chromatolysis was markedly observed.

In the preparations made **two hours** after irradiation, chromatolysis was clearly evident. On the other hand, *hyperchromatic and prepycnotic conditions were found increasingly.* Vacuolization of cytoplasm had advanced very much. Nuclei were found sometimes in a pycnotic condition. Only abnormal karyokinetic figures were met with.

I will make general considerations upon the results of Experiments III and IV. When we exposed the young plants and seedlings to rays from the tungsten anticathode for one hour (2.0–2.5 milliampères), cytological changes appeared within one and one half hours after irradiation, and they advanced as additional time elapsed. *Nine hours later degenerative phenomena resembled those of the eight days' material which had been sown in sand after irradiation* as above mentioned. This fact clearly proves that **Röntgen rays so harmfully affected the young plants and seedlings that they had become diseased or senescent in a shorter time compared with the steeped irradiated seeds which**

(1) Chromosome-bridge was found in the preparations made one hour after irradiation, but this was sometimes observed in the controls. This state, therefore, was not taken as the first evidence of degenerative changes.

had a large amount of water; that the changes became worse as time elapsed; and that at last the plants might die. This coincided with the writer's statement, "the effect of X-rays varies with the water content of the seeds at the moment of irradiation" (1923, p. 288).

Moreover, 20 H had already exceeded the limit of a harmful dose for 77 hours' steeped seeds and **there was no marked difference among 20 H, 40 H, and 50 H material in either physiclogical states or cytological changes.** This fact is so important that I mentioned it in my paper as a new experimental fact concerning the effect of X-rays [1923, p. 288, (3)].

Discussion.

I do not recognize these degenerative changes directly as a carcinoma of the plant produced by X-rays, yet, when the fact, that the rays have caused the changes resembling the carcinoma in the plant after which the plant died, is taken into consideration, it may safely be said that irradiation of X-rays upon the plant leads it to a diseased condition. We must think that in the animal body, one of the living things, also consisting of cells, the same changes might be caused by X-rays. ASCHOFF, BOVERI, and HAYAMI state that the inflammation of the skin and other parts caused by RÖNTGEN rays will become the source of tumours. BICHLER and REIMER-GRAZI(1) reported the case of RÖNTGEN-Carcinoma and of RÖNTGEN-Geschwür. EWING discusses the X-ray dermatitis and carcinom (p. 802) and abstracts the work of MARIE, CLUNET and RAULT-LAPOINTE(2)(spindle-cell sarcoma by X-rays) (p. 133).

Some one may say that important character of tumours is *Autonomie* and morphological *Atypie* is not so, because the latter phenomena will be found in normal tissues. Then, I want to ask the opponent, did these morphological changes occur with greater frequency in the normal tissue as in the case of tumour? Unfortunately I cannot find it with great frequency in the normal case. As von HANSEMANN(3) thinks, irregularity of both the size and the form of nuclei, asymmetrical and multipolar mitoses and hypo- and hyperchromatic conditions of the nucleus were very important characteristics among the degenerative changes, in the writer's study of the malignant tumour cells. BOVERI says that,...das Geschwulstproblem ist ein Zellenproblem...BORST states that, "ferner sind die *Schwankungen der Kerngrösse in einer und derselben*

(1)-(2) To my regret I could not read these original papers.

(3) In his paper of 1891, p. 339 he says, "ihr häufiges Auftreten (die asymmetrischen Theilung und die hypochromatischen Gebilden) in diesen Geschwülsten (Carcinomen), ja das Ueberwiegen derselben in einzelnen Carcinomen gegenüber den normalen Mitosen, dürfte doch, ...einen wesentlichen Anhaltspunkt für die anatomische Diagnose; " Carcinom" ergeben.

Geschwulst sehr bedeutend, z.B. beim Karzinom bedeutender als bei irgend einer anderen Form von Epithelwucherung, so daß dieser Erscheinung auch eine **diagnostische Bedeutung** zukommt...In malignen Geschwülsten ist überhaupt die Variabilität in der *individualitischen Ausgestaltung* der einzelnen Zellen sehr groß; nicht nur die Größe, sondern auch die Gestalt, die Struktur, der Chromatingehalt der Kerne ist großem Wechsel unterworfen...Und diese morphologischen Abweichungen sind nicht immer *sekundär*, etwa abhängig von Ernährungsstörungen usw., sondern sie treten oft als durchaus *primäre* Erscheinungen hervor...**Pathologische** Formen der Kernteilung sind besonders in malignen Geschwülsten sehr häufig: abortive Mitosen, asymmetrische, hypo- und hyperchromatische, multipolare Mitosen...Immerhin kann man sagen, daß so reichliche und starke Störungen der Kernteilung, wie sie in *bösartigen* Geschwülsten vorkommen, bei regenerativen und hyperplastischen Wucherungen nicht beobachtet werden. Auch nicht bei gutartigen Blastomen" (ASCHOFF, Bd. 1, pp. 655 and 656).

I would like to express my agreement with their statements.

In the writer's cases, there were deformation of the nucleus, binucleate cells (which seems to have been originated by asymmetrical mitosis), multinucleate cells (concerning the origin of them it appears to me that each fragment group of chromosomes, irregularly distributed, becomes a nucleus and the cell remains in a multinucleate conditon due to lessened vitality (senescent) on the part of cytoplasm to form new cells), **binucleate or trinucleate cells the nuclei of which were in the prophase stage of mitosis were found in an advanced condition of degeneration.** (Fig. 7 in text p. 138). From these latter cases I am inclined to think that **nuclei have a tendency to divide periodically in their life-cycle without having a correlation to the senescence of the cell itself, and this periodicity will be changed in a diseased condition.**

In the case of tumours, the nuclear division may be accelerated by a toxic substance of tumours and then the number of nuclei in a cell will be increased(1), and **it may become partly the source of the formation of the multinuclear condition** which results in the multiplication of malignant tissue. HANSEMANN's opinion (1908) is very interesting to me in this connection. He says, „ich dagegen bin der Ansicht, daß die Vorbedingung für die Entstehung eines Carcinoms die anaplastische Umwandlung einzelner Zellen oder Zellgruppen ist" (p 76).

---

(1) EWING states that in the minute study of the conditions favouring abnormal mitoses indicates that these changes are secondary results of tumour growth and not primary and essential (p. 32).

Summary.

1) X-rays cause the same cytological changes in *Vicia faba* without distinction of race and irrespectively of treatment.

2) Degenerative phenomena are as follows: abnormal mitoses (e.g. multipolar, asymmetrical), irregular distribution of chromosomes; change of form and contents of the nucleus (vacuolization of karyolymph, hypo- and hyperchromatic changes, increase in the number of nucleoli); a tearing away of the protoplast from the cell wall; vacuolization of both the nucleolus and the cytoplasm; the occurrence of both the finely granular dense hyperchromatosis and the hyperchromatosis of the nuclear membrane in the nucleus; karyolysis and pycnosis; and appearance of multinucleate cells. On the one hand, these changes occurred, and, on the other hand, differentiation of mechanical tissue takes place in combination with the disturbance of the epidermis and its neighbouring tissue.

3) In seedlings and young plants in which metabolism occurs vigorously, the degenerative changes occurred in a shorter time compared to steeped seeds which contained a large amount of water although they were treated under almost the same conditions. This coincided with the writer's previous statement (1923, p. 288). The former gave the first evidence of changes when one and a half hours had elapsed after irradiation, and these degenerative changes became so bad that they resembled those of malignant tumour cells. The vacuolization of cytoplasm became more distinct as time passed.

4) It is a striking fact that even in the vigorously growing point of radicles there occurred degenerative changes accompanied by prepycnosis (Plate VII, fig. 4 in pycnosis), and karyolysis.

5) There was no marked difference **in either the state of growth or the cytclogical changes amcng 20 H, 40 H, and 50 H.** This fact gives cytological endorsement of the statement which I mentioned in my paper of 1923 p. 288 (3).

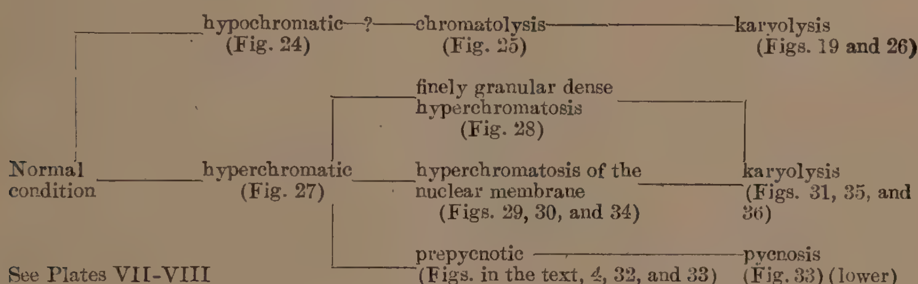
6) Cytological changes in malignant tumours:—tumour cells have three types of nuclei. The third type is found in the old tumour with abnormally enlarged nuclei which have a little chromatin and many nucleoli, sometimes vacuolated. There occurred giant cells and giant nuclei. Both the size and the form had become very irregular. In the case of polymorphic cells, nuclei took irregular forms. There were found abnormal mitotic figures (multipolar or asymmetrical). A disturbed arrangement of the cells was manifest. The chromatic content of the nucleus changed and became hypo- and hyperchromatic in condition. The vacuolization of the nucleolus was conspicuous. Karyolytic and pycnotic cells prevailed.

7) In the malignant tumour cells very important characteristics had been found in the way of multinucleate cells and abnormal mitotic figures in combination with above mentioned changes.

8) Tumour nuclei may increase their number by mitotic and amitotic processes. In some cases these two modes will be taken and in others only amitotic division seems to prevail.

9) The nucleolus of the carcinoma-cell was always clearly seen, but that of the sarcoma was not obvious.

10) Following is the writer's assumption concerning the process of the degeneration of nuclei in his case:



I have observed similar transitional conditions in the malignant tumour cells, therefore, I am inclined to think that the degenerative process in the tumour cells might be the same as in the author's case.

11) In taking these facts into consideration that the X-rays make the tips of radicles from steeped irradiated seeds anomalous and lead them to necrosis in sixteen days (the results of the physiological and cytological experiments of 1923); and that the cytological changes in the root of the irradiated material resemble those of the malignant tumour cells, along with that mentioned under (4) it may safely be said that irradiation of X-rays upon the seeds, seedling and young plant of *Vicia faba* leads the cells of the vigorous growing point to a diseased or senescent condition resembling that of malignant tumour cells and then to the end of cell life.

This work was carried out in the Botanical Institute, Faculty of Agriculture, Imperial University of Tokyô and in Cornell University, Ithaca, N.Y.

It is the writer's pleasant duty to acknowledge here his indebtedness to Professor Naohide Yatsu of Imperial University of Tôkyô, who has given him very useful suggestions, to Professor Tetsuji Kimura of Tôkyô Jikei-Kwai University of Medicine, who has given him valuable preparations, which had been made by him and had led the author to this interesting work, and to

Professor L.W. Sharp of Cornell University, Ithaca, N.Y., for his important suggestions and criticism. Thanks are also due to the Morimura Hômei-Kwai and Mr. Kiichi Ohnishi for defraying the expenses of the present research. Last, but not least, the writer ought to express his hearty thanks to Professor S.A. Goldberg of Cornell University, Ithaca, N.Y., who has kindly made arrangement for publication and for the trouble he has taken with him.

Ithaca, N.Y., February 1924.

Literature Cited.

Alberti, W. & Politzer, G. 1923. Über den Einfluss der Röntgenstrahlen auf die Zellteilung. Arch. f. mikr. Anat. **100**: 83–109, 23 figs.

Aschoff, L. 1923. Pathologische Anatomie. 6. Aufl. 2 vols. Jena.

Bichler, 1914. Zur Kasuitik des Röntgencarzinoms. Wien. klin. Wochens. Nr. 26.

Boveri, Th. 1914. Zur Frage der Entstehung maligner Tumoren. Jena.

Ewing, James 1919. Neoplastic diseases. Phil. & Lond.

Hansemann, David von 1890. Ueber asymmetrische Zelltheilung in Epithelkrebsen und deren biologische Bedeutung. Virchow's Arch. f. pathol. Anat. u. klin. Med. **119**: 299–326 24 figs.

——— 1891. Ueber pathologische Mitosen. Ibid. **123**: 356-370, 42 figs in 2 plates.

——— 1908. Formative Reize und Reizbarkeit. Zeits. f. Krebsfors. **7**: 69–79.

Hayami, T. 1921. "Byôrigaku Sôron" (Lehrbuch der Pathologie).

Komuro, H. 1922. Preliminary note on the cells of *Vicia faba* modified by Röntgen rays and their resemblance to tumour cells. Bot. Mag., Tôkyô. **36**: No. 424, 41–45.

——— 1923. Studies in the effect of Röntgen rays upon the development of *Vicia faba*. Jour. of Coll. of Agr., Imp. Univ. of Tokyo. **8**: No. 2, 253-292, 2 plates.

——— 1924. Cytological and physiological changes of *Vicia faba* irradiated with Röntgen rays. Bot. Gaz. **77**: 446-452.

Meyer, A. 1915. Erstes mikroskopisches Praktikum. 3. Aufl. Jena.

Molisch, Hans 1922. Anatomie der Pflanze. 2. Aufl. Jena.

Pianese, Giuseppe 1896. Beitrag zur Histologie und Aetiologie des Carcinoms. 1. Supplementheft d. Beit. z. pathol. Anat. u.z. allgem. Pathol.

Reimer-Graz, Othmar 1921. Röntgenschädigung. Fall von primärer Geschwürstbildung unter dem Einfluss von Röntgenstrahlen und sekundärer Geschwürstbildung im Röntgengeschädigtem Gewebe, oberflächlicher Natur, an ein und derselben Patientin. Med. Kl. Nr. 11, p. 319.

Explanation of Plates VII-VIII.

Abbreviations: 20 H; 50 H = 20 H (50 H) irradiated preparation of "Hyôgo" race (Experiment I). H is the Holzknecht's unit of absorbed rays; 8 days. = preparations made from the material which was killed 8 days after irradiation (Experiment II); 1½ hrs., 2 hrs., 3 hrs... = the preparations made 1½ hrs., 2 hrs., 3 hrs.,...after irradiation. This material was the "Wase-soramame" race (Experiments III–IV). All figures reduced to ⅔ original size.

Plate VII.

Fig. 1. A deranged (tripolar?) mitosis. 50 H, ×1800.
Fig. 2. A deranged early anaphase (?) 50 H, ×1500.
Fig. 3. The fragmentation of the chromosomes. 50 H, ×1000.
Fig. 4. A multinuclear cell and a prepycnotic cell in the tissue adjacent to the growing point. 50 H, ×1000.
Fig. 5. A stage of amitosis, preceded by the division of the nucleolus. 50 H, ×1800.
Fig. 6. Nuclei resulting from amitosis. 50 H, ×1300.
Fig. 7. A binucleate cell which is regarded as the result of amitosis; the lower cell shows the deformation of the nucleus, chromatic substance of which has become hyperchromatic and widely withdrawn from nucleolus, which is excentric in position. 50 H, ×1000.
Fig. 8. A multinucleate cell. 50 H, ×1000.
Fig. 9. Ditto 20 H, ×800.
Fig. 10. Giant nuclei filling nearly the entire cell. Many nucleoli are found scattered in the cytoplasm. The giant nuclei stain deeply with haematoxylin and their nucleoli take weakly the same dye. 50 H, ×1500.
Fig. 11. A cell with a multinucleolar nucleus. 50 H, ×1000.
Fig. 12. Magnified view of the multinucleolar nucleus of fig. 11. ×1800.
Fig. 13. A cell with a finely vacuolate multinucleolar nucleus. 50 H, ×1500.
Fig. 14. A cell with an escaped nucleolus in the periblem. 50 H, ×800.
Fig. 15. A cell with an escaped nucleolus in the plerom. 50 H, ×800.
Fig. 16. A cell with a degenerating nucleus which has nucleoli of peculiar shape. 50 H, × 1000.
Fig. 17. A cell with a nucleus of modified shape in the tissue near the growing point. Chromatic substance is widely withdrawn from the vacuolate nucleolus, which was excentric in position. This condition always occurred in the advanced state of degeneration. 50 H, ×1000.
Fig. 18. A multinucleate cell which was in the tissue between the growing point and the root-cap. This might have been produced from the fragment of chromosomes. 8 days, ×1700.
Fig. 19. Both the middle and the lowest nucleus are in karyolysis; the upper is in chromatolysis. The lowest shows the karyolysis from finely granular hyperchromatosis. 8 days, ×1700.
Fig. 20. An asymmetrical mitosis. 1½ hrs, ×1700.
Fig. 21. An aberrant mitosis. 2 hrs. ×1700.
Fig. 22. A binucleate cell; one of the two nuclei is chromatolytic and the other is in a condition of finely granular hyperchromatosis. 8 days, ×1700.
Fig. 23. A binucleate cell. One of the nuclei is pycnotic and the other is chromatolytic. 9 hrs., ×1700.

Plate VIII.

Fig. 24. A hypochromatic nucleus. 1½ hrs., ×1700
Fig. 25. Two chromatolytic nuclei; the lower seems to be in a transitional condition from the hypochromatic to the chromatolytic state. 1½ hrs., ×1700.
Fig. 26. Karyolytic condition of a nucleus which was in chromatolysis. 9 hrs., ×1700.
Fig. 27. A hyperchromatic nucleus. 2 hrs,, ×1700.

Fig. 28. Three cells are in the condition of finely granular dense hyperchromatosis (feinkörnige dichte Hyperchromatose). 3 hrs., ×1700.

Fig. 29. A hyperchromatic nucleus. 3 hrs., ×1700.

Fig. 30. A cell with a nucleus which is in the condition of hyperchromatosis of the nuclear membrane (Kernwandhyperchromatose). 9 hrs., ×1700.

Fig. 31. Two cells are in the karyolytic condition from finely granular dense hyperchromatosis and from the hyperchromatosis, of the nuclear membrane (the lower). 6 hrs., ×1700.

Fig. 32. Two nuclei which are in a markedly hyperchromatic condition approaching the prepycnotic state. 9 hrs., ×1700.

Fig. 33. Two cells in the tissue adjacent to the growing point; the lower shows pycnosis and the upper is in a prepycnotic condition. 9 hrs., ×1700.

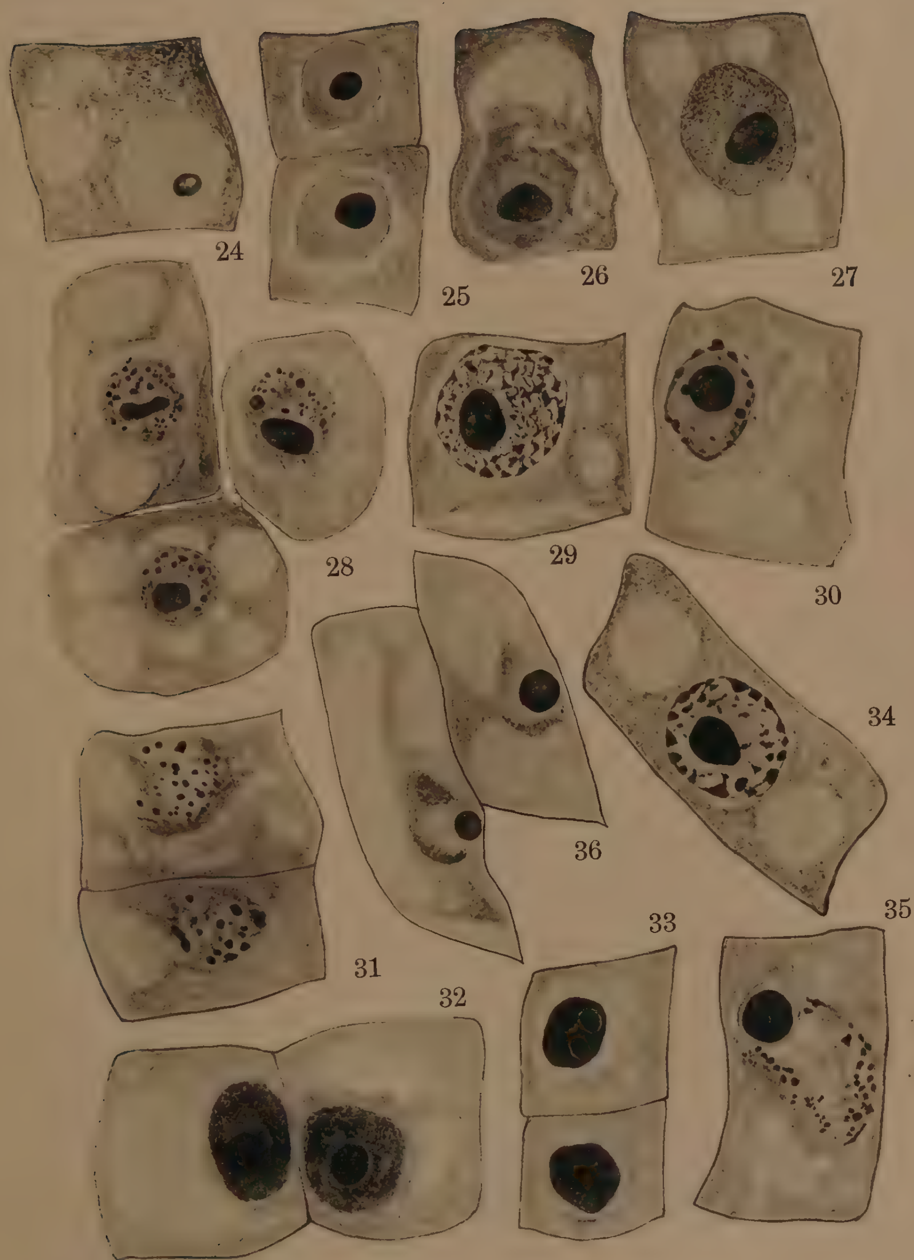
Fig. 34. A transitional form from the hyperchromatic to the hyperchromatosis of the nuclear membrane. 9 hrs., ×1700.

Fig. 35. Karyolysis of a nucleus which was in the condition of the hyperchromatosis of the nuclear membrane. 9 hrs., ×1700.

Fig. 36. Karyolytic cells. 50 H, ×800.



H. KOMURO del.



H. Komuro del.

Cytological Studies on Some Garden Varieties of Canna.[1]

By Yoshichika TOKUGAWA and Yoshinari KUWADA.

〔With Plate IX and 7 Text-figures.〕

(Communication from the TOKUGAWA Biological Institute, Tokyo.
Received April 17, 1924.)

To obtain a more accurate knowledge of the relation between chromosomes and the external characters of an organism, a study of the triploid mutant is desirable.

In *Canna* several triploid garden varieties have been found and investigations along this line of study have been undertaken. Some new results so far obtained will be briefly reported in the following pages, although the investigation is yet far from being complete.

The number of chromosomes.

The number of chromosomes of *Canna* was first reported by WIEGAND[2] to be three in the haploid number and later by M. KÖRNICKE[3] to be eight. BAUR in the first edition of his book (1911), "Einführung in die experimentelle Vererbungslehre" takes *Canna* as an example for the mechanical interpretation of Mendelian heredity under recognition of its having three chromosomes in gametic cells. This diversity of statement chiefly induced the writers to reinvestigate the number of chromosomes of *Canna*. The numbers of chromosomes investigated in the root-tips are as follows :

---

(1) The present investigation was carried out in the TOKUGAWA Biological Institute several years ago (s. TISCHLER, Pflanzenkaryologie, p. 587). Owing to certain circumstances, chiefly to the successive absence of both authors on account of journeys abroad, it was left unpublished. Meanwhile, BELLING's paper on the same subject appeared, giving the same result as ours, so far as the number of chromosomes is concerned (Bot. Centralbl. N. F. Bd. I, H. 14, 1922, p. 429). Unfortunately, however, his original paper is not within our reach at present, and has not been consulted here.—T. and K. (1923).

(2) WIEGAND, K. M. (1900). The Development of the Embryosac in some Monocotyledonous Plants. Bot. Gaz. Vol. XXX.

(3) KÖRNICKE, M. (1903). Der heutige Stand der pflanzlichen Zellforschung. Berichte d. d. bot. Gesellsch. Bd. XXI.

Name of the garden varieties.(1)	Number of chromosomes in the root-tips.
Black Warrior	18 (Textfig. I, a)
Venus	18 („ „ b)
George Washington	18 („ „ c)
Mrs. Alfred F. Conard	18 („ „ d)
Black Prince	18 („ „ e)
Eastern Beauty	18 („ „ f)
Gladioflora	18 („ „ g)
Halley Comet	17–18 („ „ h)
Ygandale	18 („ „ i)
Mrs. Carl Kelsey	18 („ „ j)
Meteor	18 („ „ k)
Favorite Jap.	18
Dr. Nansen	18
King Humbert	27 (Textfig. I, l)
Brilliant	27 („ „ m)
Rossinia	27 („ „ n)
Wyoming	27 („ „ o)
Niagara	27 („ „ p)

It is to be noted, that in these 18 garden varieties neither number 6 nor 16 could be found, each corresponding to the diploid number of a plant whose haploid number is 3 or 8, as reported by WIEGAND or KÖRNICKE. All the varieties examined have shown 18 or 27 chromosomes, the latter being the one which corresponds to the number of chromosomes of a triploid plant in case the diploid plants have 18 chromosomes.

The number of chromosomes in the meiotic nuclear division was examined in several garden varieties. In Eldorado, Halley Comet and Black Warrior 9 gemini were counted with accuracy (Fig. 1 a, b, c), as was to be expected from the number of chromosomes in the root-tips. In the triploid varieties the expected number was also found, as can be seen in Figs. 2, 3 and 4. Fig. 2 shows a polar view of a figure in the heterotypic division in the nuclear plate stage, showing about the expected number of gemini and of unpaired chromosomes. Figs. 3 and 4 show side-views of spindles in the anaphase-stage of the division. In the former we find two sets of 8 chromosomes, each migrating to the opposite poles, and a double chromosome whose component-chromosomes are just about to separate from each other, and 9 unpaired chromosomes scattered in the cytoplasm. Most of the chromosomes show signs of the longitudinal splitting. In the latter, 27 single or unpaired chromosomes and a nucleolus-like body (Fig. 4, c) are found.

(1) All the garden varieties examined were bought from the Yokohama Nursery Co. The names of the garden varieties were mentioned in Japanese characters; and here they are phonetically reproduced, referring to "Standardized Plant Names, A Catalogue of Approved Scientific and Common Names of Plants in American Commerce, 1923".



Textfig. 1. Chromosomes in the nuclear plate from the root-tips of the various garden varieties. Explanation in the text. ×3350.

The meiosis and sterility of the pollen-grains.

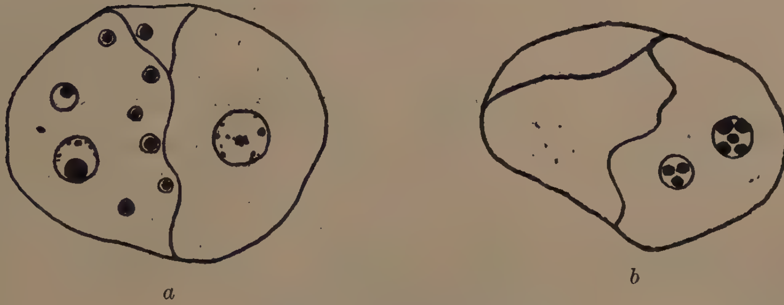
The process of meiosis in *Canna* is generally of somewhat abnormal tendency and in some cases it was almost impossible to count the exact number of chromosomes. The synapsis takes place as usual, but the linin substance seems to be rather poor in quantity (Fig. 5). In the next stages the meagerness of the linin substance becomes more apparent. We can find only lines of chromatin-beads, which remind us of nuclear threads, but the connection between the beads is not so rigid as is usually the case in the latter (Fig. 6). In the diakinesis the chromosomes are very loose in construction, sometimes so much so that one chromosome might easily be mistaken for two or even more. In such cases it is almost impossible to count the exact number of chromosomes or gemini. In Eldorado, Halley Comet and Black Warrior the behavior of the chromosomes was somewhat regular, which enabled the writers to count the exact number as already mentioned. The division does not always result in only two daughter nuclei (Fig. 7), as is usually the case, but very often three or more nuclei of various sizes can be found and many chromosome-like bodies with a clear circular space around each body. Thus we find more than one nucleus in a daughter-cell. In these cases the nuclei may often appear as a larger nucleus of irregular form, connected with each other by a slender nuclear bridge, a figure which reminds us of amitosis (Fig. 8).

The homotypic division is not yet fully studied, but can by no means be normal. So we have two or even more nuclei in a pollen-grain, and not infrequently also chromosome-like bodies in the cytoplasm (Fig. 9 and 10). The writers actually found a pollen-grain having five nuclei (Fig. 9). In case two or more nuclei are found in a daughter-cell produced by the first division, they behave quite independently of each other in the second division, making the spindle in any direction as the chance may be (Textfig. 2). From this irregularity a disorder in the arrangement of cells produced from a pollen-mother-cell follows, as will be mentioned below.



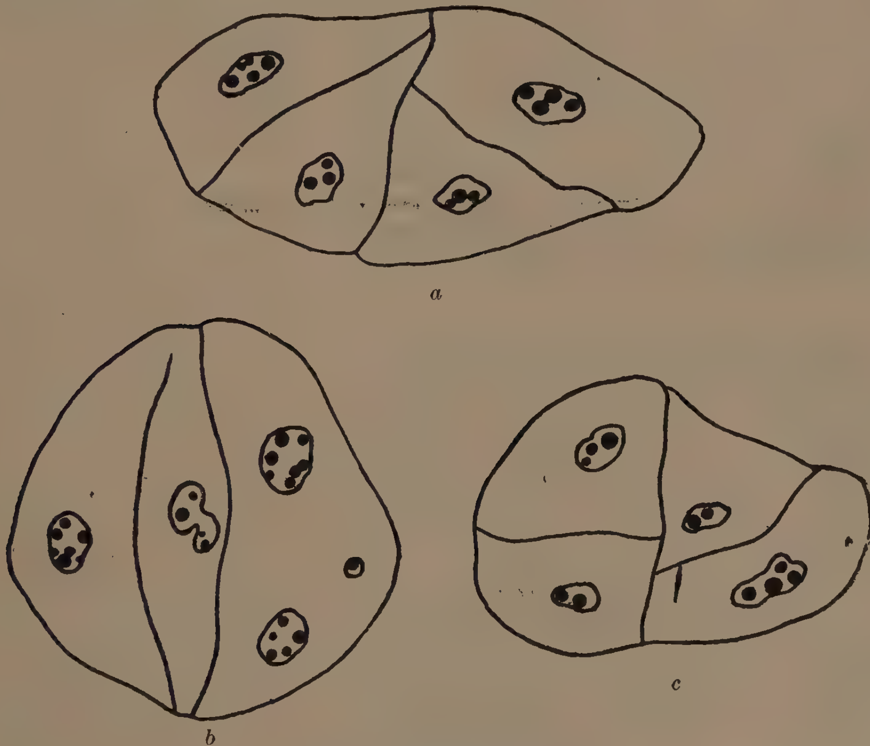
Textfig. 2. A pollen-mother-cell in abnormal division. Niagara ×640.

The cell division is abnormal, especially in the second division. In the first division we not infrequently find a newly formed boundary wall appear in section, not as a straight line as is usually the case, but undulated (Textfig. 3). In the second division abnormalities occur in a higher degree. Normally in Monocotyledons each cell wall produced in the second



Textfig. 3. Abnormal tetrads.
a. Halley Comet.
b. Wyoming. ×640.

division is found on a common plane which crosses the first cell wall at right angle, so that it appears in section that the second walls meet the first wall at a

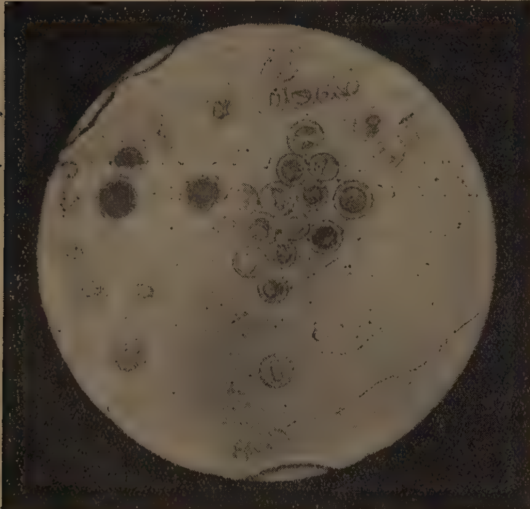


Textfig. 4. Abnormal tetrads.
a, b, c, Niagara. ×640.

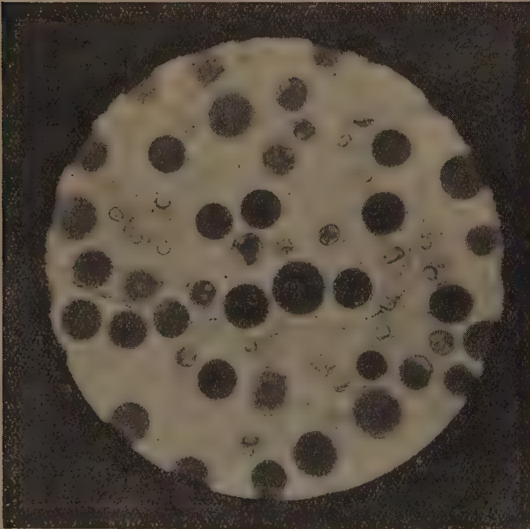
common point. In *Canna*, however, in the majority of cases the second wall makes an acute angle to the first wall (Textfig. 4, a) instead of a right angle as is normally the case, and sometimes it appears even parallel to the latter

(Textfig. 4, b), and in the former case, and even the case in which the two walls meet in approximately right angle to each other they do not meet the first wall at a common line or point, if we speak in section, but each at different points (Textfigs. 4a and c).

These abnormalities seem to be, though to a different extent in the different varieties, the usual case in *Canna*, either diploidal or triploidal. We have found this to be the case in all the garden varieties in which we could get a suitable stage for the examination, i.e.: Brilliant, King Humbert, Gladiator, Halley Comet, Eastern Beauty and Black Prince.



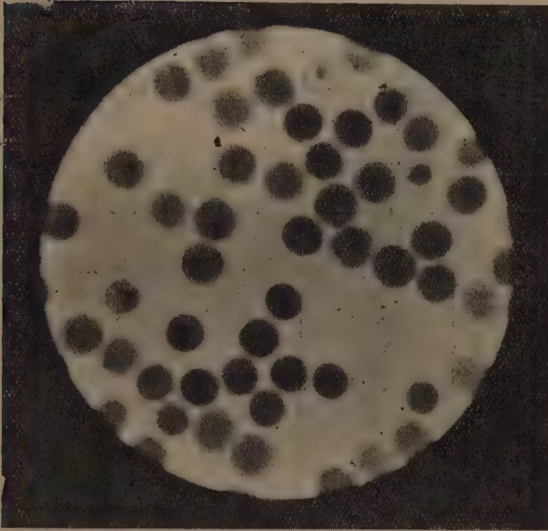
a



b

Textfig. 5.

Thinking that the abnormalities in the meiosis of the pollen-mother-cells might have caused the sterility of the plant at least in part, the writers examined the pollen-grains of some garden varieties, and found in each case a certain amount of sterile pollen-grains. The numerical ratio between pollen-grains appearing healthy and sterile pollen-grains is variable in the different garden varieties, as is shown in Textfig. 5 and in Table I. Of all garden varieties examined, Mrs. Alfred F. Conard, Venus, Dr. Nansen and Eldorado showed partial sterility of pollen-grains in the lowest degree; these produced several seeds in the natural state, while the others, all of which are pollen-sterile in a higher degree than the former, did not produce any. Some of the apparently healthy pollen-



c

Textfig. 5. (Contin.) Microphotograph of pollen-grains.
a. King Humbert.
b. Gladiator.
c. Gladioflora.

grains of all varieties (Rossinia, Dr. Nansen, Eldorado, Brilliant, Wyoming, King Humbert, Venus and Futoshibori) which we have examined, germinated on sugar-gelatin, and we also found a pollen-grain in Wyoming which showed a spindle for the formation of the generative nucleus (Fig. 11), but it is not yet certain if all apparently healthy pollen-grains have the power to produce seeds. Some garden varieties, namely Mrs. Alfred F. Conard, Venus, Eldorado, Black Prince, and Dr. Nansen produce seeds. Only a few of them barely germinate, but most of them do not come through. In the seeds examined we found most of the embryos degenerated. This, perhaps, has some relation to the abnormal combination of chromosomes due to the irregularities in the meiosis of the pollen-mother-cells.

Comparisons of some somatic characters in diploid and triploid plants.

Comparative studies in somatic characters between diploid and triploid or tetraploid plants have been attempted by various authors. These investigations established the conclusion, that the somatic characters of plants having a larger number of chromosomes are generally bigger than those having a smaller number of chromosomes. The results of the present investigations in *Canna* are to some extent in accord with those already reported, as we shall see below.

1. *Size of stomata in leaves.* The epidermis of leaves was stripped off with a knife or pincette and brought under the microscope. The stomata in the surface view were drawn carefully on paper with an Abbe's camera lucida and measured in length and width. The results are as follows :

Table I.

Relative length and width of stomata in mm.
(Magnification: ca. ×630.)

Name of plant	Length	Width	Average	
			Length	Width
"Wyoming" (triploid)	23	17	22.36	18.86
	23.5	18		
	24	18.5		
	23	20		
	23	16.5		
	22	20		
	21.5	21		
	22.5	19.5		
	21.5	19		
	22	20		
	23	19.5		
	20	18.5		
	22.5	19		
	21.5	20		
	21	19.5		
	20	20		
	24	21.5		
	24.5	16.5		
	22	19.5		
	21	17.5		
	22.5	17		
"Brilliant" (triploid)	22.5	22	21.4	20.2
	22	19		
	22.5	20		
	20	19		
	22.5	18.5		
	21	20		
	22	19		
	19.5	20		
	21	19.5		
	22	22.5		
	23	19.5		
	20	20		
	20.5	20.5		
	21.5	21		
	21	22.5		
"King Humbert" (triploid)	22	16	22.98	18.33
	21.5	16.5		
	23	17.5		
	21.5	16		
	22.5	17.5		
	23	21		
	25	19.5		
	20.5	19		
	22	17.5		
	22	19.5		
	23	18.5		
	24	22.5		
	23	19		
	21	18		
	22.5	18		
	24	18		
	27	17.5		

TABLE I. (Continued.)

Name of plant	Length	Width	Average	
			Length	Width
"Rossinia" (triploid)	20	18	22.9	17.54
	23	20		
	21.5	18.5		
	23.5	18		
	23	20		
	22	18.5		
	21	19.5		
	22	18		
	22	19		
	20.5	18.5		
	24	16		
	23.5	16.5		
	23.5	16		
	24	16.5		
	21.5	16		
	23.5	17		
	24.5	16.5		
	23	20		
"Gladiator" (diploid)	22	18.5	22.27	19.23
	23	20		
	23	16.5		
	24.5	19		
	22.5	17.5		
	23	16.5		
	19.5	18.5		
	22	18.5		
	21.5	18.5		
	22	17.5		
	24	23.5		
	21.5	19		
	19.5	20.5		
	24	23.5		
	22	21		
"Favorite Jap" (diploid)	18	15.5	17.73	16.17
	19	17		
	18	16		
	16	15.5		
	15.5	18		
	19	17.5		
	18	15.5		
	19	17		
	18	17		
	17	17.5		
	17	14.5		
	17.5	15		
	18.5	16.5		
	18	14.5		
	17.5	15.5		

TABLE I. (Continued.)

Name of plant	Length	Width	Average	
			Length	Width
" Dr. Nansen " (diploid)	19.5	19	17.5	17.07
	17	18		
	17	15.5		
	17	17		
	17	17		
	19	17		
	17	16		
	17.5	17.5		
	18	16.5		
	18	16.5		
	17	17		
	17.5	17.5		
	16.5	16.5		
	17	18.5		
	17.5	16.5		
" Mrs. Alfred F. Conard " (diploid)	20.5	16	19.53	16.2
	18	18		
	19	17		
	20	14.5		
	18	18		
	18.5	15		
	18	17.5		
	18.5	16		
	19	16		
	19	15		
	21.5	16		
	19	16.5		
" Black Warrior " (diploid)	20	16	17.27	16.6
	21	16		
	23	15.5		
	16	15		
	17.5	17.5		
	16.5	17.5		
	17	15		
	16	15.5		
	17.5	16.5		
	18	18		
	18.5	17		
	16.5	18		
	17.5	17.5		
	18	16.5		
	19.5	16.5		
	16.5	15.5		
	16	17		
	17.5	17		
	18	15		

TABLE I. (Continued.)

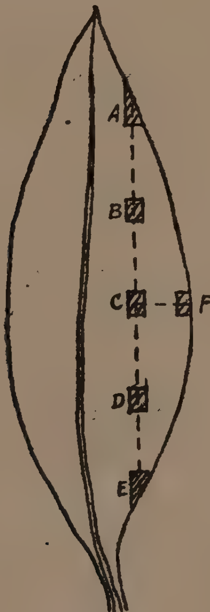
Name of plant	Length	Width	Average Length	Average Width
	19	18		
	19	14		
	19	15		
	19	16		
	19	15.5		
	22.5	14		
"Eldorado"	19	17		
	18	16.5	19.63	16.23
(diploid)	19	17.5		
	18.5	18		
	21	17		
	21.5	16		
	21	17		
	20	16.5		
	21.5	16		
	18	17.5		
	18.5	16.5		
	18.5	18		
	18.5	17		
	18.5	15.5		
	18	18		
"Black Prince"	19	18		
	18	17.5	17.93	17.3
(diploid)	19	17		
	18	17.5		
	16	18		
	16	16		
	18	18		
	18	16.5		
	17	18.5		
	16	17		
	15	18		
	16.5	17.5		
	16.5	17.5		
	16	17.5		
	16	19		
"Venus"	16.5	18		
	18	21	16.53	17.33
(diploid)	16.5	16.5		
	17.5	19		
	15	16		
	18	13.5		
	17	17.5		
	16.5	17.5		
	17	14.5		

2. *Size of cells of epidermis of staminodia expressed by weight.* A group of cells of the epidermis of staminodia was drawn on tracing paper with the aid of a camera lucida, and the area of the paper occupied with the outline of the cell-group was weighed, as a planimeter was unfortunately not within reach. The results are shown in Table II.

TABLE II.

Weight of paper area having a certain number of cells drawn thereon.
(Magnification: ca. ×147.)

Name of plant		Weight of the paper in gr.	Number of cells drawn on the paper	Gr. per 100 cells
"Wyoming"	(triploid)	1.482	232	0.6388
"Brilliant"	(triploid)	1.847	236	0.7826
"King Humbert"	(triploid)	1.335	221	0.6041
"Rossinia"	(triploid)	1.387	224	0.6192
"Gladiator"	(diploid)	1.062	205	0.5181
"Favorite Jap"	(diploid)	1.145	214	0.5351
"Dr. Nansen"	(diploid)	0.84	278	0.3022
"Mrs. Alfred F. Conard"	(diploid)	1.149	255	0.4506
"Black Warrior"	(diploid)	0.761	230	0.3309
"Eldorado"	(diploid)	0.9	239	0.3767
"Black Prince"	(diploid)	1.225	252	0.4861
"Venus"	(diploid)	1.703	345	0.4936



Textfig. 6.
A Leaf of *Canna*. The letters A, B, C, D, E and F in the figure denote the localities in the leaf, where the thickness was measured.

3. *Thickness of leaves.* Comparison of the thickness of leaves was attempted, but some difficulties owing to the difference in age of the leaves prevented the writers from getting satisfactory results. From the following table we will, however, get some idea of the relation between the thickness of leaves and the number of chromosomes, and at the same time on local differences of the thickness. In this table the letters A, B, C, D, E and F denote the different localities in the leaf, where the thickness was measured. The position of these localities in the leaf can be readily seen from Textfig. 6. The numbers denoting the thickness are from the reading of an ocular micrometer, each being the average from five measurements.

TABLE III.

Thickness of leaves in different localities and different garden varieties.

Name of plant	Locality						Average
	A	B	C	D	E	F	
"King Humbert" (triploid)	11.82	16.60	18.24	20.42	13.21	13.88	15.70
"Wyoming" (triploid)	12.80	15.26	17.44	19.88	18.72	14.02	16.35
"Rossinia" (triploid)	11.00	14.54	16.08	20.94	15.74	13.26	15.26
"Brilliant" (triploid)	13.14	19.44	21.30	24.08	18.23	15.86	18.68
"Eldorado" (diploid)	13.42	16.12	18.84	19.72	16.02	15.06	16.53
"Black Prince" (diploid)	11.60	16.26	18.14	19.32	15.94	14.44	15.95
"Favorite Jap" (diploid)	13.92	14.48	17.23	18.72	11.70	12.53	14.77
"Dr. Nansen" (diploid)	12.08	14.96	15.20	16.74	14.62	13.86	14.58

In this table it is apparent that the leaves are generally thickest in the localities C and D.

Finally the writers would like to add one more fact, viz. that flowers of triploid plants are generally much larger than those of diploid ones, of which Textfig. 7, a and b present a few examples. Moreover, the fact must be mentioned here, that the staminodia of all the triploid plants examined are not only larger than those of diploid plants, but also present a delicate wavy appearance in their surface, which is a rather rare occurrence in the latter so far as the present investigations are concerned, and that they contain carotin-pigment in addition to anthocyanin-pigment in the epidermal cells, while in the diploid plants a flower without carotin-pigment is not infrequently found. A comparison here of the height[1] of the diploid and triploid plants may not be without interest; the results obtained by the writers in 1918 are as follows:

(1) The height means here the length of a plant from the ground to the top of the inflorescence. Here the height of only two individuals is given.



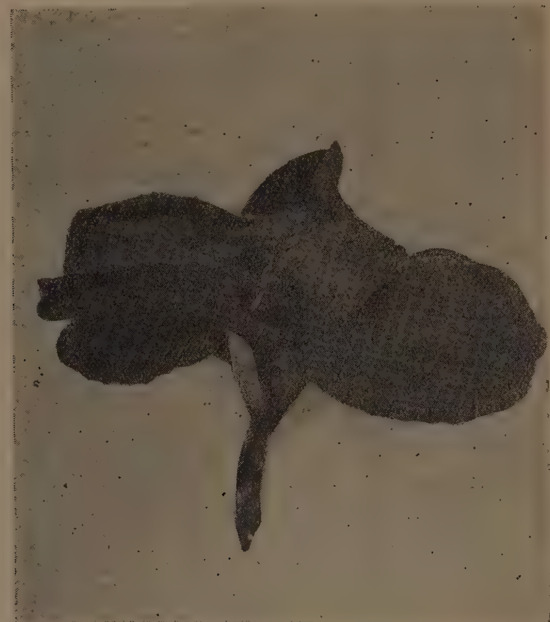
1



2



3



4

Textfig. 7, a. Flowers of triploid plants: 1. "Rossinia," 2. "Brilliant" 3. "King Humbert," 4. "Wyoming." All in the same scale.



Textfig. 7, b. Flowers of diploid plants: 1. "Eldorado," 2. "Venus," 3. "Black Prince," 4. "Dr. Nansen." All in the same scale as those in a.

Name of plant	Individual A	Individual B
"Wyoming" (triploid)	164 cm	109 cm
"Brilliant" (triploid)	171	152
"Rossinia" (triploid)	155	109
"King Humbert" (triploid)	133	126
"Eldorado" (diploid)	102	78
"Black Prince" (diploid)	117	88
"Dr. Nansen" (diploid)	103	60
"Mrs. Alfred F. Conard" (diploid)	124	68
"Black Warrior" (diploid)	75	70
"Gladiator" (diploid)	136	87

From the comparisons above mentioned we can say, that the somatic characters are on the whole larger in the triploid plants than in the diploid, though we can not find therein a proportional difference as to the number of chromosomes.

Tokugawa Biological Institute.
May 31, 1919.

Explanation of Plate IX.

All the figures are drawn with the aid of an ABBE's camera lucida. For the highest magnification a ZEISS' apochrom. immersion (2mm, N. A. 1.3) and comp. ocular 18 were used. All figures in the plate are reduced into 7/10 from the original magnifications given below.

Fig. 1. Nine gemini in the nuclear plate of the heterotypic division in a pollen mother cell. Polar view.

a. "Eldorado" ×3350
b. "Black Warrior" ×3350
c. "Halley Comet" ×3350

Fig. 2. Single and double chromosomes in the nuclear plate of the heterotypic division in a pollen mother cell of a triploid plant "King Humbert." Polar view. ×3350.

Fig. 3a-b-c. Three consecutive sections of a pollen mother cell of a triploid plant "Wyoming" in the anaphase of the heterotypic division. Side view. ×1350.

Fig. 4a-b-c. Do. in a triploid plant "Brilliant." 27 single chromosomes and a nuclear body (c) are found. Side view. ×3350.

Fig. 5. Synapsis in a pollen mother cell of "Meteor." ×3350.

Fig. 6. Later stage. "Meteor." ×3350.

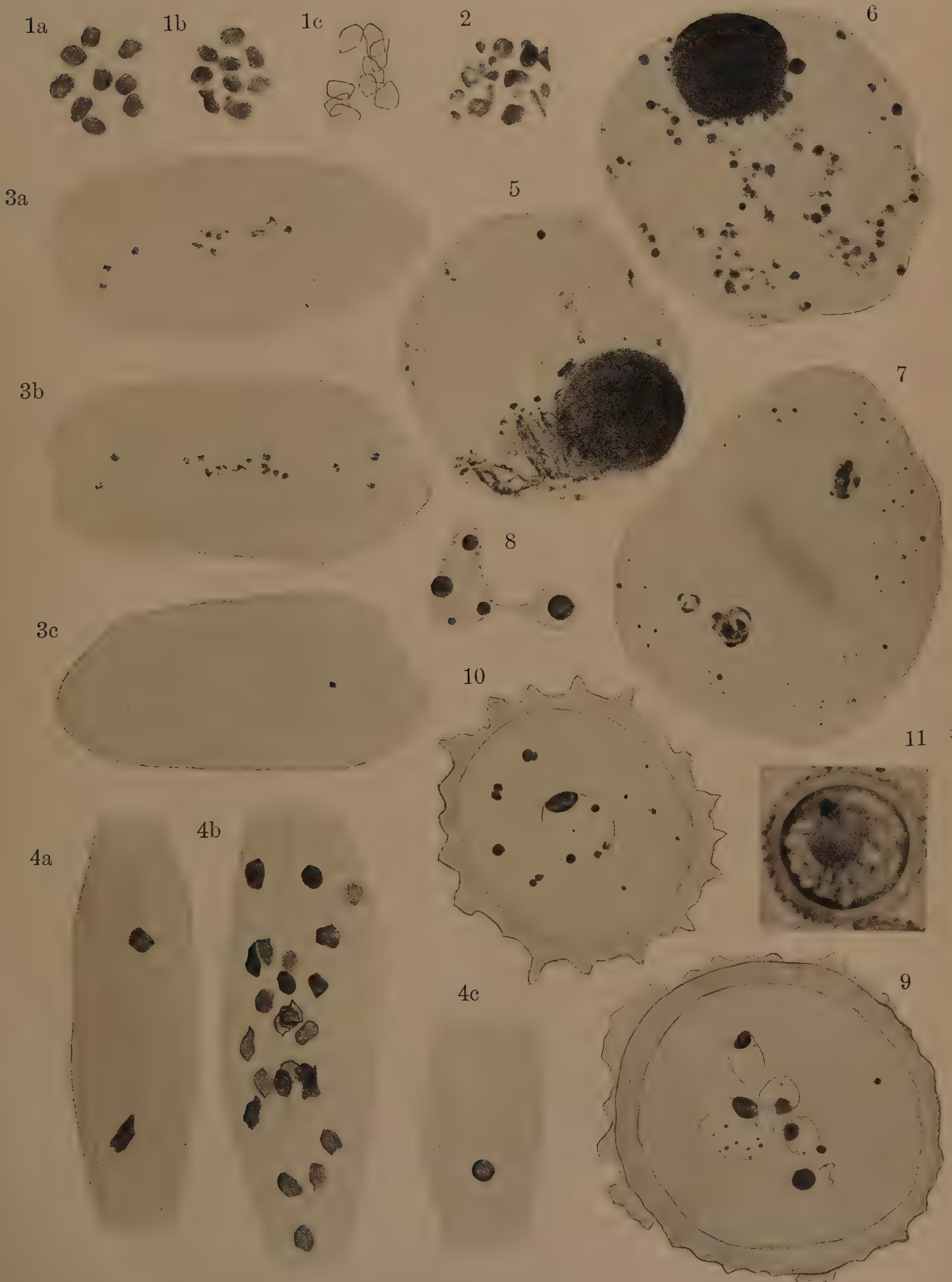
Fig. 7. Telophase in the heterotypic division in a pollen mother cell. Three daughter nuclei of unequal size are found. "Meteor." ×1350.

Fig. 8. A nucleus of irregular form from a daughter cell produced by the heterotypic division in a pollen mother cell. "Niagara." ×1350.

Fig. 9. A pollen grain containing five nuclei of different sizes and two chromatic bodies in the cytoplasm. "Meteor." ×1350.

Fig. 10. Do. Single nucleus and many chromatic bodies are found. "Meteor."

Fig. 11. Microphotograph of a pollen grain showing a spindle for the formation of the generative nucleus. "Wyoming."


1a
1b
1c
2
6
3a
5
3b
7
8
3c
10
11
4b
4a
9
4c

Über einen kurz nach der letzten Feuersbrunst plötzlich entwickelten Schimmelpilz.

Von Yoshichika TOKUGAWA und Yoshikadzu EMOTO.

[Hierzu Tafel X und 5 Tabellen.]

(Mitteilung aus dem TOKUGAWA Biologischen Institut. Eingegangen am 22. April 1924.)

Am 1. September 1923 brach ein heftiges Erdbeben in der Gegend von Tokyo und den benachbarten Provinzen aus, und der grösste Teil der Stadt Tokyo ist bei der auf die Katastrophe folgenden Feuersbrunst abgebrannt. Zwei oder drei Tage später entwickelte sich auf der Brandstätte überall eine Art Schimmelpilz, und zwar auf fast allen angebrannten oder teilweise verbrannten Bäumen, sowohl in den Gärten als auch auf den Strassen, dessen eigentümliche Farbe bei dem schrecklichen Anblick unsere grösste Aufmerksamkeit erregt.

Nach Dr. K. WATANABE, welcher sich nach dem Erdbeben nach Kamakura begab, entwickelte sich der Pilz dort sehr gewaltig auf den Bäumen der Brandstätte, wie in Tokyo, und Dr. N. NAWA teilt mit, dass in seinem Haus in Oi, Vorort von Tokyo, welches sich ausserhalb des abgebrannten Bereiches befindet, am 2. Sept. eine sehr starke Entwicklung dieses Pilzes auf dem Brot, welches am 1. Sept. abends, also am Tage des Erdbebens, gekauft worden war, beobachtet worden sei, und dass er einige Tage später auch auf gekochtem Reis den Pilz gefunden habe. In EMOTOS Haus, welches glücklicherweise der Feuersbrunst entgangen ist, entwickelte sich dieser Pilz auf der Matte und unter dem Kübel, welcher zum Auffangen des durch das beschädigte Dach sickernden Regenwassers im Zimmer aufgestellt worden war.

Es ist eine sehr interessante Erscheinung, dass ein solcher Pilz sich so stark und ganz plötzlich nach der Feuersbrunst entwickeln konnte. Diese Arbeit gibt das Resultat unserer Untersuchung über die Morphologie und Physiologie dieses Pilzes wieder.

Zustand der Entwicklung des Pilzes auf der Brandstätte. Ein oder zwei Tage nach dem Erlöschen des Feuers entwickelte sich dieser Pilz auf den schwarz gebrannten oder angebrannten Teilen der Bäume, einige sogar in dem inneren Teil der Borke, so dass letztere schliesslich zerriss. Aus der Spalte wuchs das Mycelium und bildete eine grosse Masse von Konidien, so dass es aussah, als ob Harz oder Gummi aus der Borke laufe. Die Konidiosporen sind sehr leicht zu zerstreuen, und anfangs scheinen sie grauweiss, dann

werden sie allmählich orangerot und schliesslich orangerot bis orangegelb (RIDGWAYS Farbentafel (1) „Orange pink" oder „Salmon orange"), was besondere Beachtung erheischt.

Kultur. Wir sammelten von Prof. Dr. HATTORIS Brandstätte (Suzuki-Cho, Surugadai, Kanda) verpilzte Zweige und Borken von *Firmiana platanifolia* R. BR., *Acer palmatum* THUNB., *Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC. und *Quercus myrsinaefolia* BLUME, ferner von einem von dort benachbarten Platz solche von *Fatsia japonica* DECNE. et PLANCH., und von der Brandstätte in Reiunji (grosser Tempel in Shinhana-Cho, Yushima, Hongo) solche von *Prunus donarium* SIEB. subsp. *elegans* KOIDZ. var. *glabra* KOIDZ. und *Abelicea hirta* SCHN. Dann isolierten wir die Pilze von diesen Materialien und bekamen die Reinkulturen. Wie gewöhnlich wurde der Pilz auf Brot mit 1%iger Rohrzuckerlösung kultiviert. Überdies benutzten wir CZAPEKsche Lösung oder etwas veränderte KNOPsche Lösung, beide mit 1%igem Rohrzucker. Wir verfuhren hierbei nach folgender Methode: Die Konidiosporen werden auf Brot gestrichen, und schon nach einigen Tagen entwickelt sich im Thermostat (26–27°C) der Pilz so stark, dass das Mycelium eine PETRIsche Schale im Durchmesser von 15 cm vollkommen anfüllt. Die Hyphen steigen an der Glaswand empor, wachsen sogar durch die Spalte zwischen Gefäss und Decke hinaus und hängen dort sehr lang herunter; gleichzeitig bilden sie viele Konidiosporen inner- und ausserhalb der PETRIschen Schalen. Aus dieser Tatsache schliessen wir, dass der Pilz sehr aerobisch ist. An dunkeln Stellen sind die Hyphen und Konidien weiss oder weissgelb, doch wenn sie an helle Plätze gebracht werden, so werden sie allmählich orangerot und schliesslich orangerot bis orangegelb, wie auf der Brandstätte. Der Pilz wächst gleich gut in festen Nährböden wie in Nährlösungen, und bei der Kultur auf Brot bei 26–27°C können wir nach zwei oder drei Tagen einen sehr erfrischenden Duft, wie von Aepfeln, wahrnehmen.

Morphologie.

Wir haben die Pilze von obererwähnten Bäumen isoliert und in bezug auf Morphologie, Physiologie und Farbstoffe untersucht. Dabei hat es sich erwiesen, dass dieser Pilz zu einer eigenen Species gehört und mit *Monilia sitophila* (MONT.) SACC. (2), welcher von WENT (3), auf Ontjom im Westen Javas gefunden wurde, identisch ist.(1)

(1) In unserer vorläufigen Mitteilung (4) zeigten wir, dass der Pilz von einer Art ist, welche *Monilia aurea* (LINK.) GMEL. und *M. aureofulva* C. et E. am nächsten steht. Nach dieser Veröffentlichung fanden wir die WENTsche Arbeit, nach der wir bestimmen konnten, dass unser Pilz mit *Monilia sitophila* (MONT.) SACC. identisch ist. Auch K. KITASIMA (5) berichtet in seiner gleichzeitig mit unserer Arbeit veröffentlichten Mitteilung über diesen Pilz, dass derselbe *Monilia aurea* GMEL. sei.

Mycelium. Der Pilz bildet ein reich verzweigtes Mycelium aus septierten Hyphen, welche sehr verschiedene Dicke haben (6.5–31.5μ). Seine Zelle hat viele Vakuolen und reich granuliertes Protoplasma. Der Pilz steigt zur Gefässwand empor und entwickelt die Lufthyphen prachtvoll; einige Teile derselben bilden stäbchenförmige Oidien. (Taf. X, Fig. 2). Die Hyphen verschmelzen miteinander H-förmig, und wir beobachten sogar bereits diese Erscheinung zwischen den gekeimten Hyphen der Konidien. Sehr oft finden wir, dass die Hyphen sich selbst aufrollen oder dass einige derselben kugelförmig werden (Taf. X, Fig. 7 u. 8), deren Inneres hohl ist. Auch nahmen wir wahr, dass derartige Hyphen in einigen Fällen Oidien bildeten.

Konidien. Wie gewöhnlich sehen wir die Makrokonidien auf den Konidienträgern; sie entstehen entweder akropetalisch, oder der Ast von Konidienträgern bildet sich in eine Kette um, welche oft eine verzweigte Form annimmt (Taf. X, Fig. 1 u. 2). Die Wand der Konidiosporen ist ziemlich dick; der Inhalt der Konidien ist homogen und einzelne Konidien erscheinen fast farblos, aber wenn viele aufeinanderliegen, so ist die Farbe ziemlich deutlich bemerkbar. Die Form der Konidien ist unregelmässig, meistens eiförmig bis cylindrisch (Taf. X, Fig. 4), und die Grösse ist somit verschieden, nämlich 4.0–6.5μ $\times$ 10.0–12.0μ. Nach zweitägigem Stehenlassen im Brutschrank bei 26–27°C bilden sich die Konidien, und diese bleiben durch ein Zwischenstück verbunden, von welchem sich die Konidien trennen (Taf. X, Fig. 3). Mikrokonidien werden in alten Kulturen gefunden; ihre Grösse ist 1.5 $\times$ 3.0μ, meistens elliptisch, transparent und lichtbrechend. (Taf. X, Fig. 5 u. 6).

Sklerotien. In alten Kulturen, welche kräftig ernährt worden waren, finden wir sowohl in dem Nährmedium als auch an dem an der Glaswand gebildeten Luftmycel kleine dichte Hyphenknäuel. Ihre Entwicklung fängt mit einer schraubenförmig gebundenen Hyphe an, von welcher Verzweigungen hervorspriessen, die sich zum dichten Hyphenknäuel verschlingen (Taf. X, Fig. 9, 10 u. 11). Wir halten diese Knäuel für junge Perithecien, aber leider ist es uns nicht gelungen, diese weiter entwickeln zu lassen. Die Farbe des Knäuels ist anfangs hellgelb, wird allmählich braun und schliesslich schwarzbraun. Dann werden die Knäuel zu Sklerotien, deren Form kugelig oder elliptisch ist; ihre äusseren Zellen haben schwarzbraunen Farbstoff und verdickte Wand, und ihr Inneres ist farblos und parenchymatisch. Nach unserer Beobachtung haben die grössten Sklerotien einen Durchmesser von 0.1–1.0 cm. Eine Bildung von Fruchtkörpern wurde nicht wahrgenommen.

Physiologie.

Was die physiologischen Betrachtungen anbetrifft, so finden wir einige Arbeiten über diesen Pilz. WENT (3) untersuchte die Ernährung von *Monilia sitophila* und teilte mit, dass Pepton die beste Nährsubstanz, nicht nur als Kohlenstoffquelle, sondern auch als Stickstoffquelle sei; Raffinose, Maltose, Stärke und Xylose gehören zu den besten Kohlenstoffquellen, während ausser Pepton sich das Tyrosin als eine der besten Stickstoffquellen herausstellt, wenn Glukose als Kohlenstoffnahrung gebraucht wird. Ferner prüfte WENT die Einwirkung der saueren und alkalischen Reaktion der Nährmedien und berichtete, dass Zusatz von 0.5, 1.0 und 5.0 cc 1/10 Normalschwefelsäure oder eine gleiche Menge von 1/10 Normalkalilauge keinen schädlichen Einfluss auf das Wachstum des Pilzes ausübe, und dass bei dem Pilz überhaupt ein ganz normales Wachstum in anaerobischer Kultur stattfinde. Ausserdem teilte der Autor mit, dass der Pilz Alkohol und Ester bilde, welche indessen ebenfalls in der Luftkultur auftreten, und zwar besonders bei der Ernährung mit verschiedenen Kohlenhydraten. Er schrieb ferner (6), dass schon eine sehr kurze Belichtung durch diffuses Tageslicht (z.B. 5–15 Minuten) für die Bildung des Farbstoffes genüge, und dass, je länger das Licht auf den Pilz einwirke, desto mehr die Wirkung zunehme, wodurch immer mehr Farbstoff gebildet werde. Während die roten, gelben und orangefarbenen Strahlen wirkungslos seien, so dürften die stärker brechbaren Strahlen dagegen einen Reiz zur Bildung des Farbstoffes hervorrufen. KUNKEL (7) zeigte in seinen genauen Untersuchungen über den Einfluss von Stärke, Pepton, Traubenzucker, Fruchtzucker, Galaktose auf die Giftwirkung der verschiedenen Nitrate gegen Sporen von *Monilia sitophila*, dass der Grad der Giftigkeit von Bariumnitrat, Aluminiumnitrat, Eisennitrat und Ureanitrat gegen den Pilz von den im Medium enthaltenen organischen Substanzen abhänge. Z.B. sei Bariumnitrat giftiger in Pepton-Medien als in Stärke-Medien, während Aluminiumnitrat und Eisennitrat ein stärkeres Gift als in Pepton-Medien erzeuge. Ureanitrat sei viermal so giftig in Stärke-Medien wie in Pepton. Er benutzte Kaliumnitrat, Calciumnitrat, Natriumnitrat, Bariumnitrat, Ureanitrat, Ammoniumnitrat, Eisennitrat, Silbernitrat, Zinknitrat und Ammoniumtartarat und fand, dass Zinknitrat von allen erwähnten Nitraten am giftigsten in Stärke-Medien sei, und dass eine 0.000034molar Zinknitratlösung die Keimung der Sporen von *Monilia sitophila* hindere.

In bezug auf die Enzyme untersuchte WENT (8) den Einfluss verschiedener Nährstoffe auf die Ausscheidung und kam zu folgendem Resultat: *Monilia sitophila* kann mindestens zehn Enzyme bilden, d.h. Maltoglucase (Maltase), Trehalase, Raffinase, Invertase, Cytase, Diastase, Lipase, Tyrosinase, Labenzym

und Trypsin. Vor allem bildet der Pilz Maltoglukase, wenn gewisse Kohlenhydrate als Nahrung mit anorganischer Stickstoffnahrung gegeben werden, und zwar in erster Linie Raffinose, Maltose, Dextrin und Stärke, in zweiter Linie Zellulose, endlich Glykogen, Trehalose, Galactose, Xylose und Saccharose. Ausser dem Kohlenhydrat geben die Proteinstoffe zur Maltoglucasebildung Veranlassung, und bei steigender Menge des Nährstoffes wird eine zunehmende Menge Enzymes gebildet, doch gibt es eine Grenze der Nahrungsmenge. Wird diese Grenze überschritten, so tritt eine Hemmung der Enzymbildung ein. Trehalase bildet sich bei Trehalosenahrung, aber bleibt im Protoplasma und tritt nicht in die Kulturlösung aus. Raffinase wird bei Raffinosenahrung in der Kulturlösung ausgeschieden. Invertase entsteht nicht nur in saccharosehaltiger Nährlösung, sondern auch bei Glukose, Maltose, Glycerin, Essigsäure, Milchsäure, Aepfelsäure und Peptonlösungen. Diastase wird bei Nahrung wie Invertase gebildet. Labenzym wird nicht ausgeschieden bei Ernährung des Pilzes mit Maltose, Glukose, Raffinose, Glycerin, Essigsäure oder Fett. Trypsin wird gebildet, wenn die gelösten Proteinsubstanzen in der Nahrung vorhanden sind, doch entsteht es nicht nur bei Anwesenheit von freiem Sauerstoff, sondern auch in anaerobischen Kulturen. Ferner zeigte WENT (6), dass die Enzyme (oder wenigstens gewisse Enzyme) von *Monilia sitophila* von Karotin gegen die zersetzende Wirkung des Sonnenlichtes und des diffusen Tageslichtes geschützt wird. PRINGSHEIM (9) schrieb in seiner Arbeit über den Gehalt von Oxydasen in verschiedenen Pilzpressäften, dass Tyrosinase in dem Presssaft von *Monilia sitophila* nicht gefunden werde, während Katalase, Oxydase und Peroxydase vorhanden seien.

Wir beabsichtigten ursprünglich, uns über Farbstoffe, Widerstandsfähigkeit gegen Hitze, Ernährungsphysiologie und Enzyme dieses Pilzes genauere Forschungen zu unterziehen; da aber, wie wir später fanden, die obererwähnten Autoren bereits ausführliche Untersuchungen über diese Punkte gemacht hatten, so wollen wir an dieser Stelle nur auf die beiden ersteren kurz eingehen.

Über die Widerstandsfähigkeit gegen Hitze.

HEMMI (10) schrieb in seiner Arbeit über japanische Gleosporien, dass die Konidien derselben in feuchtem Zustand unter folgenden Bedingungen ihr Leben verlieren: *Gleosporium* Species bei 50°C in 10–20 Minuten, bei 45°C in 40–60 Minuten, *Glomerella* Species bei 50°C in 10–20 Minuten, bei 45°C in 40–120 Minuten, *Colletotrichum* Species bei 50°C in 10 Minuten, bei 45°C in 10–60 Minuten; also durchschnittlich bei über 57°C innerhalb 10 Minuten. Ferner fügt der Autor hinzu, dass in trockenem Zustande solche Pilze noch bei

80°C am Leben bleiben können. KITASIMA (11) zeigte, dass bei feuchter Hitze *Cercospora cryptomeriae* bei 60°C in 5 Minuten, *Phyllostica cryptomeriae* bei 55°C in 5 Minuten, und bei trockener Hitze ersterer Pilz bei 60°C in 5 Minuten, letzterer bei 70°C in 5 Minuten zugrundegehen. SNELL (12) konstatierte, dass bei trockener Hitze die Mycelien von *Lenzites sepiaria*, *L. trabea* und *L. lepideus* in 12 Stunden bei 100°C, 105°C und 105°C resp., und *Tremates seialis* und *T. carnea* auch in 12 Stunden bei 100°C sterben, dass aber bei feuchter Hitze diese Species nach 12 Stunden bei 55°C derselben nicht widerstehen können.

Wie wir in obigem Abschnitt „ Zustand der Entwicklung des Pilzes auf der Brandstätte " geschrieben haben, wächst der Pilz in der Borke der Bäume, zerreisst sie und bildet dann eine grosse Konidienmasse an der Spalte, aus welcher Harz oder Gummi ausläuft.

Natürlich war bei der Feuersbrunst die Temperatur der Umgebung der Bäume sehr hoch, was uns zu der Annahme bewegt, dass auch das Innere der Borke durch ziemlich starke Hitze angegriffen wird. Die Tatsache, dass trotz dieser hohen Temperatur die Entwicklung dieses Pilzes fortschreitet, lässt uns vermuten, dass er sehr grosse Widerstandsfähigkeit gegen Hitze hat.

Auch KITASIMA (5) zeigte, dass dieser Pilz einer Temperatur von 65°C in 30 Minuten widersteht und gedeiht.

Wir haben nicht beschädigte Zweige im Durchmesser von 5 cm von *Firmiana platanifolia* R. BR. aus TOKUGAWAS Haus (Fujimi-Cho, Azabu, ausserhalb der abgebrannten Gegend) in Stücken von 10 cm Länge abgeschnitten und halbiert. Die Oberfläche der einen Hälfte haben wir gebrannt, die andere dagegen im Originalzustand gelassen, und dann beide in eine durch trockene Hitze sterilisierte Glasdose gelegt. Nach einigen Tagen entwickelte sich der Pilz auf der ersteren Hälfte, d.h. dem gebrannten Stück und bildete sehr viele Konidien, wie in der Natur, dagegen auf der anderen Hälfte wuchs er nicht. Beim zweiten Experiment legten wir ein Stück des Zweiges vom gleichen Baum in die Glasdose mit der Decke und packten dieselben mit Papier ein, um von Konidien auszuschalten, worauf wir die eingepackten Dosen nach Sterilisation mit heisser Luft auf einen Tisch legten. Nach einigen Tagen sahen wir, dass der Pilz in der Dose prachtvolle Entwicklung zeigt. Aus diesem Resultat schliessen wir, dass entweder Mycelien oder Oidien oder Konidien von *Monilia sitophila* in den Zweigen schon existierten. Welches dieser drei Teile dürfte wohl die Eigenschaft besitzen, die ihm eine solch grosse Widerstandsfähigkeit gegen so grosse Hitze verleiht? Zur Vorsicht liessen wir von Nagoya in der Owari Provinz die Zweige von *Firmiana platanifolia* R. BR. kommen und behandelten dieselben in gleicher Weise wie oben, aber keine Pilze kamen zum Vorschein, so dass wir negatives Resultat hatten.

Wir beobachteten hierauf die Widerstandsfähigkeit gegen (1) feuchte und (2) trockene Hitze.

1. Widerstandsfähigkeit gegen feuchte Hitze.

a) Experiment mit gesättigtem Wasserdampf von 100°C.

Wir benutzten den etwas abgeänderten OHLMÜLLERschen Apparat (13). Statt Platindrahtgeflecht wurde der Glasstab mit Platindraht durchstochen, um dessen Ende etwas Asbestmasse gewickelt worden war. Zuerst lässt man, um diese Masse zu sterilisieren und die innere Temperatur des Rohrs zu bestimmen, das Wasser des Kolbens eine Zeit lang kochen, dann werden die Konidien (Hyphenmasse mit Konidien) auf die Asbestmasse gestrichen, und schliesslich wird letztere eine bestimmte Zeit lang in den Apparat gesteckt. Nach der Frist werden die Konidien sofort auf Brot mit 1% iger Rohrzuckerlösung umgeimpft und im Thermostat (26–27°C) aufbewahrt.

TABELLE 1.

Zeit (in Min.)	Resultat	Zeit (in Min.)	Resultat
0.5	—	5	—
1	—	10	—
2	—	20	—
3	—	30	—
4	—	50	—

Das Resultat ist in Tabelle 1 ersichtlich. Wie daraus hervorgeht, ist der Pilz *Monilia sitophila* gegen gesättigten Wasserdampf von 100°C sehr empfindlich und stirbt in 30 Sekunden.

b) Experiment in feuchtem Zustand gegen Hitze.

Beim ersten Experiment beschickten wir das schon im Voraus in bestimmter Temperatur gehaltene sterilisierte Wasser (10 cc) mit vielen Konidien, wodurch wir Konidiensuspension erhielten, welche sofort in den mittels eines Thermoregulators regulierten Trockenschrank gestellt wurde. Nach gewissen

Intervallen wurde dieselbe herausgenommen, dann drei Platinösen von der Suspension in die Nährflüssigkeit (Bierwurz 6 Balling) oder auf das Brot umgeimpft. Beim zweiten Experiment wurden von der in sterilisiertem Wasser erhaltenen Suspension 3 Platinösen in die Nährlösung, die ebenfalls schon vorher in bestimmter Temperatur gehalten worden war, umgeimpft und letztere sofort in den Trockenschrank gestellt; nach der bestimmten Frist tauchten wir sie in Wasser und stellten sie in den Brutschrank. Wir beobachteten in beiden Fällen nach 2 oder 3 Tagen und erzielten folgendes Resultat:

Tabelle 2.

Temperatur (C) / Zeit in Min.	90°	70°	80°	90°
5			—	—
10	+	+	—	—
20	+	—	—	—
30	+	—	—	—
60	—	—	—	—

Wie wir aus der Tabelle ersehen, verlieren die Konidien von *Monilia sitophila* in feuchtem Zustand bei 60°C in 60 Minuten, bei 70°C in 20 Minuten, und bei 80°C in 5 Minuten ihr Leben.

2. Widerstandsfähigkeit gegen trockene Hitze.

Viele Glasdosen (3 cm lang und 1.5 cm Durchmesser) wurden gewaschen, getrocknet und dann durch Heissluftsterilisator sterilisiert. Wir legten diese Dosen, in welche wir vorher ein kleines Stück Papier und darauf die Hyphenmasse mit Konidien gelegt hatten, in den elektrischen Sterilisator, dessen Temperatur mittels Regulators reguliert worden war. Nach bestimmten Zeiträumen wurden sie herausgenommen, und die Konidienmasse mit sterilisiertem Platindraht auf Brot gestrichen. Der Temperatursturz in dem Sterilisator wegen des Oeffnens der Tür stellt sich nach ein oder zwei Minuten wieder her. Da derselbe unvermeidlich war, so gingen wir bei der Behandlung möglichst schnell vor und verwendeten nur eine ganz kleine Menge.

TABELLE 3.

Temperatur (C) / Zeit in Min.	97–98°	110°	120°	125°	130°	140°	150°	160°
5		+	+	+	–	–	–	–
10		+	+	+	–	–	–	–
15		+	+	±	–			
20		–	–					
30	+	–	–					
60	+	–						
70	+							
80	+							
90	+							
100	–							

Tabelle 3 zeigt, dass *Monilia sitophila* bei ca 100°C trockener Hitze in 100 Minuten, bei 110°C in 20 Minuten, bei 120°C in 20 Minuten und bei 125°C in 15 Minuten zugrundegeht. In letztem Falle machten wir in der Zeichen-Tabelle das Zeichen „ ±“, weil in einer der Kulturen die Hyphenmasse an einer Stelle sehr spärlich und an anderen Stellen derselben sogar gar keine Sporen gewachsen waren. Aus dieser Tatsache schliessen wir, dass Hyphe, Oidien oder Konidien in der Masse diese Temperatur noch ertragen können. Der Pilz stirbt jedoch bei 130°C in 5 Minuten, und somit ist seine supramaximale Temperatur 130°C.

Der Widerstand von *Monilia sitophila* gegen Hitze ist in trockenem Zustand verschieden von dem bei Feuchtigkeit, und wir sehen, dass im zweiten Falle sein Absterben früher als das von anderen Mikroorganismen eintritt. Vergleichen wir die Widerstandsfähigkeit von *Monilia sitophila* gegen Hitze mit derselben von anderen Pilzen, so finden wir, dass er relativ relativ grosse Widerstandskraft besitzt.

Farbstoff.(1)

Der Schimmelpilz enthält im allgemeinen verschiedene Farbstoffe, jedoch finden wir, wie bereits oben erwähnt worden ist, in unserem Pilz eine orangerote

(1) Bevor wir die WENTsche Arbeit durchlasen, untersuchten wir die Farbstoffe und ersahen, dass sie zur Karotin-Gruppe gehören, was mit seinem Resultat übereinstimmt.

oder orangegelbe Farbe. Solche Farbstoffe gehören bekannterweise zur Karotin-Gruppe, und über karotinhaltige Pilze sind in der Literatur viele Veröffentlichungen vorhanden. Zopf (14) fand diese Farbstoffe in *Calocera viscosa*, *Dacryomyces stellatus*, *Polystigma rubrum*, *P. ochracea*, *Nectria cinnabarina* und verschiedenen Arten von Pezizaceae. Überdies zeigte er, dass der Orangefarbstoff von Phycomycetes Karotin sei.

Wir impften diese *Monilia* auf die sterilisierten Zweige von *Firmiana platanifolia* R. Br. im Erlenmeyerskolben, sammelten Konidien und Hyphen, welche sich gut entwickelt hatten, und versuchten die Farbstoffe mit verschiedenen Lösungsmitteln zu extrahieren.

Tabelle 4.

Lösungsmittel.	Löslich oder nicht.	Bemerkungen.
Aceton	nicht löslich	
Ethylalkohol	löslich	Orange chrome
Ethyläther	nicht löslich	
Petroläther	nicht löslich	
Petrolbenzin	nicht löslich	
Benzol	nicht löslich	
Chloroform	nicht löslich	Sporen „Granidine red."
Schwefelkohlenstoff	schwer löslich	Sporen „Rose doree"
Tetrachlorkohlenstoff	nicht löslich	Sporen "Salmon orange"
Xylol	schwer löslich	
Terpentin	nicht löslich	
Wintergrünöl	nicht löslich	
Wasser { gekochtes	nicht löslich	
Wasser { ungekochtes	nicht löslich	

Tabelle 4 zeigt, dass orangegelber Farbstoff nur in Ethylalkohol löslich ist, und zwar erhalten wir durch Verdampfung dieses Extraktes einen syrupartigen „orange chrome“ Farbstoff. Dieser ist sehr leicht löslich in Aceton, Ethyläther, Benzin, Chloroform, Schwefelkohlenstoff und Tetrachlorkohlenstoff, besonders in den letzteren zwei Flüssigkeiten. Bei diesem Versuch ist die Sporensammlung in so kleinem Umfang angelegt worden, dass wir den Farbstoff nicht auskrystallisieren konnten.

Wir untersuchten die Reaktion des Farbstoffes der Konidien mit verschiedenen Reagenzien, um zu erforschen, ob der Farbstoff die Reaktion des Karotins zeige. Dabei haben wir gefunden, dass es bei Behandlung mit konzentrierter Schwefelsäure blau, und bei der mit Jodjodkali dunkelgrün reagiert, während andere Reaktionen negativ ausgefallen sind. Syrupartige Extrakte zeigen deutliche Karotinreaktion, wie aus nachstehender Tabelle ersichtlich ist: (15, 16)

TABELLE 5.

Reagenzien.	Reaktion.	
	Farbstoff von *Monilia sitophila*.	Karotin.
Konzent. SO_4H_2	tiefblau	tiefblau
Konzent. NO_3H	blau	hellblau, indigblau, dann gelblich
Konzent. ClH	dunkelblau	schmutziggrünbraun bis schmutzigblau
Konzent. ClH und Phenol	tiefblau	tiefblau
Jodjodkali	dunkelgrün	grün
Jodchlorhydrat	dunkelgrün	dunkelschmutziggrün
Bromwasser	blau, dann farblos	blau, dann farblos

Monilia sitophila enthält einen Farbstoff, welcher zur Karotin-gruppe gehört.

Im allgemeinen nehmen wir auf Bäumen sehr verschiedene saprophytische Pilze wahr, besonders wenn die verschiedenen Bäume abgestorben sind, doch sehen wir hierbei hauptsächlich *Monilia sitophila* und fast keine anderen Pilzarten. Diese Erscheinung ist sehr interessant bei der Entwicklung des Pilzes.

Aus dem Resultat unserer Untersuchung wissen wir 1) dass *Monilia sitophila* widerstandsfähig gegen Hitze ist, 2) dass er sich sehr schnell entwickelt und in kurzer Zeit Konidien bildet, 3) dass er Farbstoff von der Karotingruppe besitzt. Durch seine Widerstandsfähigkeit entgeht er dem Tode oder seine Konidien werden durch den Wind hergetrieben. Er wächst sehr schnell bei günstiger Temperatur, wenn auch fast alle Keime anderer Pilze absterben, und sollten je noch andere Pilze existieren, so schlägt er dieselben doch aus dem Felde. Dazu enthält er noch Karotin, was ihn begünstigt, an hellen Plätzen zu wachsen, während sich andere sehr schwer dort entwickeln können. Diese Eigenschaften lassen die Entwicklungskraft von *Monilia sitophila* vergrössern, so dass er so prachtvoll gedeihen kann.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden im Laboratorium des Tokugawa Institutes ausgeführt. Wir sind Herrn Prof. Dr. H. Hattori, dem Direktor des Institutes, zu grossem Dank verpflichtet, da er uns viele nützliche Anregungen und Ratschläge gegeben hat. Auch Herrn Dr. N. Nawa, der uns wertvolles Material freundlichst zur Verfügung gestellt hat, sprechen wir an dieser Stelle unseren besten Dank aus.

Resumee.

1. Es ist eine merkwürdige Tatsache, dass kurz nach der auf das letzte Erdbeben folgenden Feuersbrunst auf den verbrannten Bäumen überall ein plötzlich entwickelter Schimmelpilz wahrgenommen wurde. Derselbe ist *Monilia sitophila* (Mont.) Sacc.

2. Der Pilz ist gegen gesättigten Wasserdampf von 100°C empfindlich und geht sofort zugrunde; gegen Hitze in feuchtem Zustand verliert er bei einer Temperatur von 80°C innerhalb 10 Minuten sein Leben; gegen trockene Hitze dagegen ist er widerstandsfähig und die supramaximale Temperatur ist 130°C.

3. Der Pilz enthält Farbstoffe, welche zu der Karotingruppe gehören.

März 1924

Tokugawa Institut.

Literatur.

1. Ridgway, R. Color Standard and Color Nomenclature. 1912.
2. Saccardo, P. A. Sylloge Fungorum. Vol. 4, S. 35.

3. WENT, F. A. F. C. *Monilia sitophila* (MONT.) SACC., ein technischer Pilz Javas. Centralbl. f. Bakt., Abt. 2, Bd. 7, S. 544, 591, 1901.

4. TOKUGAWA, Y. und EMOTO, Y. Über einen kurz nach der letzten Feuersbrunst plötzlich entwickelten Schimmelpilz. Vorläufige Mitteilung. (Japanisch). Bot. Magazine, Tokyo, Vol. 37, S. 185, 1923.

5. KITASIMA, K. Über den orangegelben Pilz auf angebrannten Bäumen. (Japanisch). Verhandlungen der Versuchsstation der Forstwirtschaft (Ringyô Siken Ihô), Sondernummer, 1923. S. 75.

6. WENT, F. A. F. C. Über den Einfluss des Lichtes auf die Entstehung des Carotins und auf die Zersetzung der Enzyme. Recueil des travaux botaniques néerlandais, No. 1, S. 106, 1904.

7. KUNKEL, O. The influence of starch, peptone, and sugars on the toxity of various nitrates to *Monilia sitophila* (MONT.) SACC. Bull. Torrey Bot. Club., Vol. 40, S. 625, 1913.

8. WENT, F. A. F. C. Über den Einfluss der Nahrung auf die Enzymbildung durch *Monilia sitophila* (MONT.) SACC. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 36, S. 611, 1901.

9. PRINGSHEIM, H. Studien über den Gehalt verschiedener Pilzpresssäfte an Oxydasen. Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. 62, S. 386, 1909; Referat des Centrb. f. Bakt., Abt. 2, Bd. 26, S. 88, 1910.

10. HEMMI, T. Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Physiologie der japanischen Gleosporien. Journ. Coll. Agr. Hokkaido Imp. Univ. Vol. 9, No. 1, 1920.

11. KITASIMA, K. Untersuchungen über die Rotdürrkrankheit von Zedersämlingen, II. Teil. (Japanisch). Berichte der Versuchsstation der Forstwirtschaft (Ringyô Siken Hôkoku), Nr. 14, S. 43, 1916.

12. SNELL, W. H. The effect of heat upon the mycelium of certain structural-timber-destroying fungi within wood. Amer. Journ. Bot., Vol. 10, S. 399, 1923.

13. KRAUS, R. und UHLENHUTH, P. H. Handbuch der mikrobiologischen Technik. Bd. 2, S. 1179, 1923.

14. ZOPF, W. Beiträge zur Physiologie und Morphologie niederer Organismen. Hefte 2 und 3, 1892–1893.

15. MOLISCH, H. Mikrochemie der Pflanzen. 3. Aufl. 1923.

19. KOHL, F. G. Untersuchungen über das Carotin und seine physiologische Bedeutung in der Pflanze. 1902.

Erklärung der Tafel X.

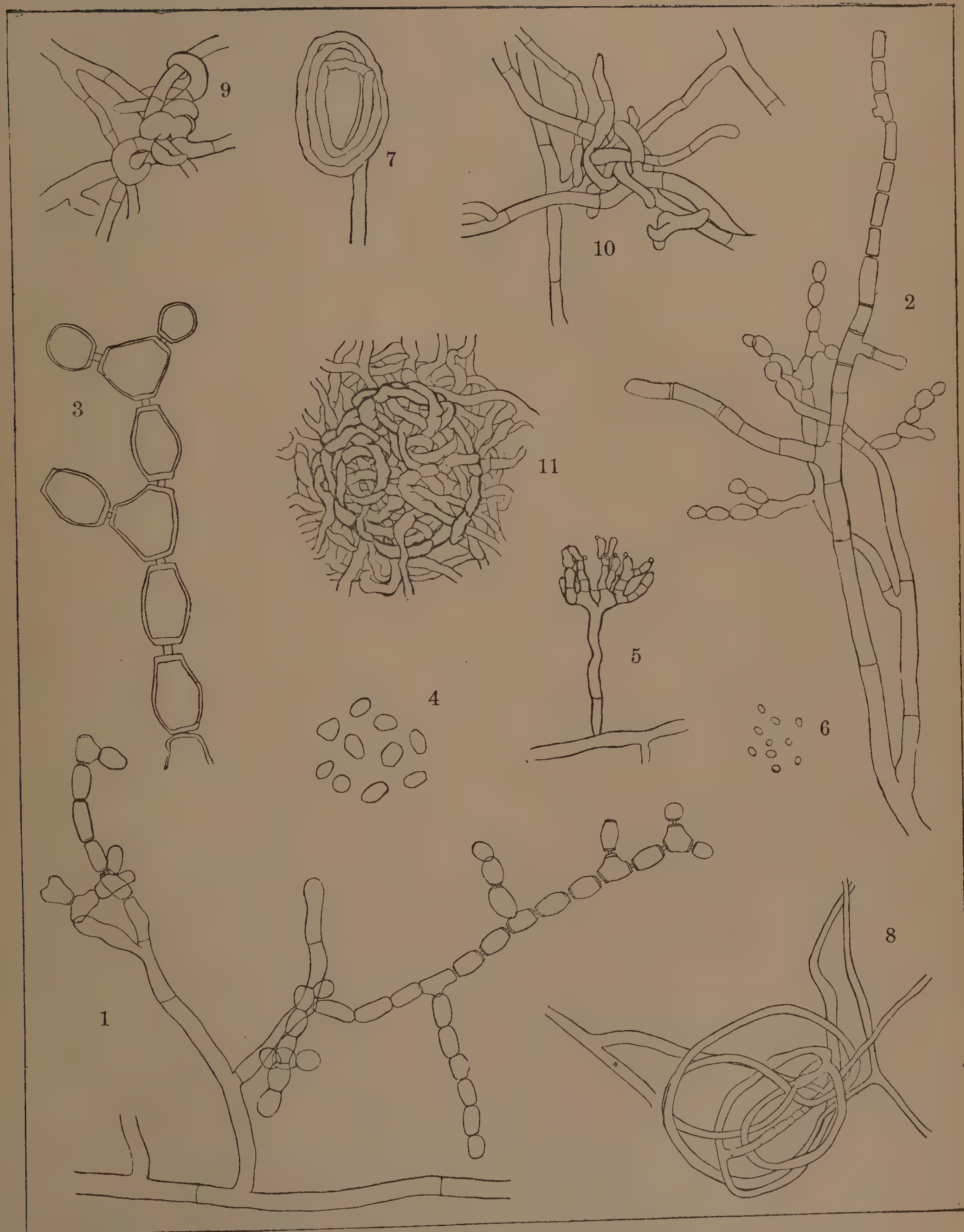
1. Hyphe mit Makrokonidienträgern. × 400.
2. Hyphe mit Makrokonidienträgern und Oidien. × 400.
3. Makrokonidien mit Zwischenstücken. × 960.
4. Makrokonidien. × 400.
5. Hyphe mit Mikrokonidienträgern. × 560.
6. Mikrokonidien. × 560.

7 und 8. Aufgerollte Hyphe. × 560.

9, 10 und 11. Hyphenknäuel. × 400.

Nachtrag.

Wie mir Herr Prof. Dr. F. A. F. C. Went freundlicherweise brieflich mitteilte, fand er den Pilz ebenfalls nach Feuersbrünsten in Java. Z. B. konnte er nach verschiedenen Vulkanausbrüchen, wobei Wälder verbrannten, wahrnehmen, dass die schwarzen Stämme bald mit dem orangefarbigen Pilz überzogen wurden. Noch merkwürdiger sei es, dass dasselbe auch in Südamerika stattfinde; er sei im vorigen Sommer in Surinam (Holländisch Guyana) gewesen und habe gefunden, dass dort nach einem Waldbrande auch auf den schwarzen Stämmen *Monilia sitophila* gewachsen sei. Laut Mitteilung des Direktors der Versuchsstation in Paramaribo sei dies dort gewöhnlich nach solchen Bränden der Fall.



Emoto del.

Ein Vererbungsversuch über die Grannen bei Gerste.

Von Seiitirô IKENO.

Hierzu Tafel XI–XIII.

(Eingegangen am 22. Mai 1924).

Einleitung.

Seit 1914 war ich in den genetischen Studien der Grannen bei Gerste begriffen und 1917 habe ich über die Resultate der Kreuzung von zwei japanischen Sippen, „Kinukawa“ × „Nogenasi“, kurz berichtet.(1) Seither und kurz vorher sind bezüglich des gleichen Themas einige Arbeiten erschienen. So z.B. hat v. UBISCH,(2) auf Grund ihrer Studien über drei Kreuzungsserien, die bis zur F_3 - Generation reichen, bei der Grannenlänge zwei Faktoren **A** und **V** und einen dritten aufgefunden. ENGLEDOW(3) hat eine Anzahl von Kreuzungen zwischen zweizeilig, sechszeilig und *intermedium* gemacht, welche auch zu F_3 reichen und dadurch die unifaktorielle Vererbung der Granne („full length awn“) nachgewiesen. Ebenso scheint es, dass SAUNDERS, bei seinen Versuchen über das gleiche Thema, die unifaktorielle Spaltung aufgefunden hat.(4) Auch nach den Angaben von Sô(5) und MIYAKE(6) über die F_1 - und F_2 - Generation der Kreuzungen bei verschiedenen Gerstensippen soll die Vererbung der Grannen tetrafaktoriell und nach dem ersteren Autor bald sogar pentafaktoriell sein.

Nun haben die Erfahrungen von meinen soeben genannten Vererbungsversuchen mich zur Überzeugung geführt, dass die einwandfreien Resultate nur mittels der Beobachtungen, die wenigstens zur F_4 - Generation ausgedehnt werden, gewonnen werden können, insofern als die genotypische Klassifikation verschiedener F_2 - Individuen bloss nach ihrem äusseren Aussehen nur approximativ und mittelst der Verfolgung ihrer Spaltungsweise in den weiteren

(1) Bot. Mag. Tôkyô **31** (1917), 263–267.

(2) Zeits. ind. Abstamm. u. Vererb.-lehre **17** (1916), 120–152. Diese Arbeit erschien während des grossen Krieges, weshalb sie in meinem Aufsatz i. J. 1917 nicht berücksichtigt werden konnte.

(3) Jour. Agric. Sc. **11** (1921), 159–196.

(4) SAUNDERS u. And., Proc. and Trans. Roy. Soc. Canada **3** (1922), 15–26. Nach Bot. Abstracts **12** (1923), 824 zitiert.

(5) Sô und And., Jour. Soc. Sc. Agric. Japan **209** (1920), 27–60.

(6) MIYAKE und And., Bot. Mag. Tôkyô **36** (1922), (25)–(38).

Generationen sicher auszuführen ist. Ich hätte somit lieber über die weiteren Generationen von den Hybriden Kinukawa × Nogenasi meine Untersuchungen fortsetzen werden, wenn nicht das mir unmöglich geworden ist, und zwar wegen der äusseren Gründen, die ich hier nicht besonders hervorzuheben brauche. Da ich eine Anzahl von den reziproken Hybriden, Nogenasi × Kinukawa, in meinen Händen gehabt habe, habe ich darüber die neuen Erblichkeitsversuche angestellt, die zur F_4 - Generation erstreckt wurden. Die Resultate davon will ich in der vorliegenden Mitteilung veröffentlichen. Vor allem möchte ich darauf hinweisen, dass bei unserem Versuche hauptsächlich wegen der starken Fluktuationsmöglichkeit der Grannenlängen, besonders bei den medianbegrannten Pflanzen die Klassifikation von verschiedenartigen Nachkommen nach ihrem phänotypischen Aussehen nicht immer sehr leicht durchzuführen ist, wie es schon oben erwähnt wurde, sodass die Resultate meiner vorliegenden Untersuchungen leider nicht ganz einwandfrei sind, wie es zuerst beabsichtigt wurde, und noch viel zu wünschen übrig lassen. Indem aber ich keine Absicht habe, die Experimente zu wiederholen, erlaube ich mir, hier die bisher erhaltenen Ergebnisse mitzuteilen. Trotz den vielen noch vorhandenen Lücken glaube ich doch, dass die hier angeführten Tatsachen völlig genügen, mindestens die unten zu besprechenden allgemeinen Schlüsse zu rechtfertigen.

Wie es in meiner Publikation i. J. 1917 (l. c.) gesagt wurde, sind bei der Sippe Kinukawa die Ähren sechszeilig, ziemlich dicht und mit langen Grannen versehen (Taf. XI, Fig. 1). Die letzteren sind an allen sechs Reihen vorhanden (unten ganzbegrannt genannt) und können die Länge von 14 cm oder mehr erreichen,[1] wozu es zu bemerken ist, dass die Grannen an den medianen Ährchen immer etwas länger sind als dieselben an den seitlichen, so z. B. bei einem konkreten Beispiel 14 cm resp. 8 cm. Bei Nogenasi (Taf. XIII, Fig. 26) sind beide Mittel- und Seitenährchen in der Regel ganz unbegrannt und im allgemeinen an ihrer Spitze abgerundet, ausgenommen wenigen kurzen Grannen (z. B. 2 cm) an den ersteren, die bisweilen produziert werden; die Ähre ist locker gebaut, doch nicht so locker, dass sie zum tetrastichen Typus gehörend betrachtet werden kann. Bei der F_1 - Pflanze (Taf. XII, Fig. 15) sind die Mittelährchen langbegrannt und etwas kürzer als bei Kinukawa (7–10 cm), und die Seitenährchen sind an ihren Enden spitzig oder selten sehr kurzbegrannt; die Ähre ist sechszeilig und lockergebaut wie bei Nogenasi, was z. B. die Versuchsresultate von v. Ubisch bestätigt, dass locker über dicht dominiert[2].

Wie es in meiner früheren Mitteilung berichtet wurde, haben wir hier mit

(1) Die Länge der Granne wird der Insertionsstelle an dem Korne aus gemessen.
(2) l. c. 124.

drei Faktoren zu tun, nämlich **A**, **E** und **I**. Beim Vorhandensein von entweder **A**- oder **E**-Faktor können die Grannen von bestimmter Länge an den Mittel- und Seitenährchen entstehen, während das Zusammenwirken von beiden die Verlängerung derselben verursacht, weshalb die Sippe Kinukawa (**AAEEii**) durch den Besitz von besonders langen medianen und seitlichen Grannen ausgezeichnet ist (Taf. XI, Fig. 1). Dagegen ist **I** der Hemmungsfaktor und verhindert in doppelter Dose die Entwicklung der Grannen an den Seitenährchen, sogar bei den mit **A** oder **E** oder beiden **A** und **E** versehenen Zygoten, so z. B. **AAeeII**, **aaEEII**, **AAEEII** usw., von denen die Seitenährchen immer unbegrannt sind. Wie soeben angedeutet, entbehrt Kinukawa **I** und ist somit ganzbegrannt, während Nogenasi, die durch die Formel **aaeeII** angezeigt ist, gänzlich unbegrannt ist (Taf. XIII, Fig. 26), bis auf kurze Grannen, welche selten an den Mittelährchen produziert werden können.(1) Die F_1-Pflanze (Taf. XII, Fig. 15), welche trihybrid ist und als **AaEeIi** bezeichnet werden kann, enthält **I** im heterozygotischen Zustande und daher nehmen die Enden ihrer Seitenährchen einen mittleren Charakter zwischen langbegrannter Sippe Kinukawa und grannenloser Nogenasi, insofern als sie langspitzig oder bisweilen kurzbegrannt sind; die Grannenlänge der Mittelährchen ist etwas kleiner als bei Kinukawa, wie schon oben erwähnt.

II. Untersuchungsresultate über F_2 und weitere Generationen.

Zum Zweck von weiteren Untersuchungen habe ich je eine Ähre aus 5 F_1-Pflanzen entnommen, weshalb in F_2 ich 5 Familien bekommen habe. Unter jeder derselben gab es eine Anzahl von Nachkommen, welche inbezug auf die Grannen sich verschiedenartig verhalten. Ihre genotypische Unterscheidung nach ihrem äusseren Aussehen ist nicht selten nur schwierig zu machen, allein ihre Klassifikation zu **ii**-, **Ii**- und **II**-Pflanzen ist verhältnismässig leicht durchführbar, wenn auch, wie bald unten angedeutet, die ganz sichere Unterscheidung nur durch die Kultur einer weiteren Generation zu erreichen ist: die ersten sind ganzbegrannt, die zweiten sind medianbegrannt und seitlich spitzig oder selten kurzbegrannt (wie bei F_1-Pflanze), während die dritten entweder an den seitlichen Ähren grannenlos und nur an den medianen begrannt (medianbegrannt) oder völlig unbegrannt (wie bei Nogenasi) sind. Indem wir bei F_1-Pflanze mit **AaEeIi** zu tun haben, müssen wir in F_2 theo-

(1) Vgl. meinen Autsatz i. J. 1917, l. c. Pl. II, Fig. 2 B.

retisch 1ii + 2Ii + 1II haben, was tatsächlich der Fall war, wie man aus den Resultaten in F_3 entnehmen kann:[1]

TABELLE I.

Familie	Anzahl von F_2-Nachkommen			
	ii	Ii	II	Summe
I	8	20	9	37
II	13	32	10	55
III	10	24	12	46
IV	14	26	16	56
V	12	26	12	50
Summe	57	128	59	244
Erwartung	61	122	61	
Abweichung	−4	+6	−2	

$\chi^2 = 0,327$

mithin eine ausgezeichnet gute Übereinstimmung mit der Theorie.

A. Homozygotische Nachkommen.

Die Ii-Pflanzen sind natürlich ausnahmslos heterozygotisch, während wir unter den ii- und II-Pflanzen theoretisch eine bestimmte Anzahl von homozygotischen erwarten müssen, was aus den Kulturversuchen in F_3 und den nachfolgenden Generationen festzustellen ist. Die in der Tabelle II hervorgehobenen Nachkommen sind als solche bestimmt worden auf Grund von Resultaten der bis zu F_6 reichenden wiederholten Kulturen.

(1) Wie oben angedeutet, sind die Ii- und II-Pflanzen in der Regel durch zugespitzte resp. abgerundete Enden von Seitenährchen ausgezeichnet, aber es ist nicht selten der Fall, dass bei dem ersteren sowie bei dem letzteren die Körner mit zugespitzten und abgerundeten Enden an ein und derselben Ähre gemischt vorkommen. Ob irgend eine Pflanze zur Ii- oder II-Klasse gehört, ist somit in solchen Fällen nach ihrem äusseren Aussehen allein nicht sicher zu entscheiden, weshalb hierbei ich diese Bestimmung immer nach den Kulturresultaten einer weiteren Generation ($=F_3$) vorgenommen habe, indem dabei die ersteren ausser den median-begrannten eine Anzahl von ganzbegrannten Nachkommen produzieren, während die letzteren gar keine.

TABELLE II.

Familie	ii	II	Summe	Gesamte Anzahl von Individuen jeder Familie in F_2
I	1	4	5	37
II	3	0	3	55
III	6	4	10	46
IV	6	1	7	56
V	1	5	6	50
Summe	17	14	31	244
Erwartung	15,5	15,5		
Abweichung	+1,5	−1,5		

$\sigma = \pm 5{,}167$

Eine gute Übereinstimmung mit der Theorie liegt hier auch vor.

a. ii-Pflanzen.

Die konstanten Pflanzen von der **ii**-Klasse sind nach ihrem äusseren Aussehen verhältnismässig leicht unter drei Unterklassen einzureihen, d.h. diejenigen, die lange, mittellange resp. kurze Grannen besitzen. Theoretisch müssen wir in F_2 die 4 folgenden Individuen pro 64 haben, nämlich **AAEEii**, **AAeeii**, **aaEEii** und **aaeeii**. Unter den Individuen von den soeben genannten drei Unterklassen sind dieselben mit langen Grannen als **AAEEii** zu betrachten, die nicht anderes als die Sippe Kinukawa sind. (Taf. XI, Fig. 1). Diejenigen mit mittellangen Grannen entsprechen **AAeeii** und **aaEEii** (Taf. XI, Fig. 3, 4, 5, 6, 7, 8); **AAeeii** und **aaEEii** sind im allgemeinen phänotypisch voneinander kaum und nur mittelst der unten zu beschreibenden Kreuzungsversuchen genotypisch sicher zu unterscheiden. Schliesslich sind die Individuen mit kurzen Grannen als **aaeeii** zu bezeichnen (Taf. XI, Fig. 12). Die Zahl von den homozygotischen **ii**-Pflanzen wird in der Tabelle III angegeben.

TABELLE III.

	Familie						Erwartung	Abweichung	σ
	I	II	III	IV	V	Summe			
lang (**AAEEii**) (Fig. 1)	1	0	1	1	1	4	4,25	−0,25	± 1,93
mittellang (**AAeeii**+ **aaEEii**) (Fig.3–8)	0	2	3	5	0	10	8,50	+1,50	± 2,52
kurz (**aaeeii**) (Fig. 12)	0	1	2	0	0	3	4,25	+1,25	± 1,93
Summe	1	3	6	6	1	17			

$\chi^2 = 0{,}6494$

Auf Grund der oben genannten Annahme über die Beziehung zwischen Grannenlänge und genetischer Formel stimmen somit die gefundenen Zahlen mit den gerechneten ziemlich gut überein.

In der Tabelle III habe ich die Pflanzen **AAeeii** und **aaEEii** unter der gemeinsamen Klasse **mittellang** zusammengefasst, da, wie soeben angedeutet, sie phänotypisch im allgemeinen kaum voneinander zu unterscheiden sind. Dass trotzdem sie genotypisch völlig verschieden sind, ist aus den folgenden Versuchen klar zu sehen. Wie oben erwähnt, haben wir im ganzen 10 mittellange Individuen bekommen, und es muss theoretisch erwartet werden, dass einige derselben zu **AAeeii** und die anderen zu **aaEEii** gehören; deshalb wenn man sie untereinander kreuzen lässt, müssen wir bald **AAeeii** × **AAeeii** (oder **aaEEii** × **aaEEii**), bald **AAeeii** × **aaEEii** (oder reziprok) vor uns haben. Nun müssen wir bei dem ersten Falle in den nachfolgenden Generationen immer nur mittellang (**Aei** × **Aei** = **AAeeii** oder **aEi** × **aEi** = **aaEEii**) bekommen, während beim zweiten wir in F_1 langbegrannt und in F_2 9 lang : 6 mittellang : 1 kurz haben müssen.(1) Diese Erwartung wurde tatsächlich realisiert, wie sogleich gezeigt wird. Für den soeben genannten Versuch wurde ein mittellanges Individuum aus der Familie II (Ped.-Nr. II. 21, Taf. XI, Fig. 5) mit 5 mittellangen aus der Familie IV gekreuzt (Ped.-Nr. IV. 24, IV. 37, IV. 54, IV. 32 und IV. 57, Taf. XI, Fig. 6, 7, 8, 3, 4). Von daraus hervorgegangenen fünf Hybriden waren dieselben aus den zwei letzteren langbegrannt, während dieselben aus den drei ersteren mittellang waren. Die Resultate in F_1 und F_2 sind in der Tabelle IV angegeben: (s. S. 195)

Aus diesen Resultaten kann man schliessen, dass Ped.-Nr. II. 21, IV. 24, IV. 37 und IV. 54 genotypisch zu derselben Kategorie gehören, während IV. 32 und IV. 57 unter der anderen einzustellen sind. Deshalb wenn man z. B. II. 21 als **aaEEii** bezeichnen will, muss man IV. 24, IV. 37 und IV. 54 ebenso bezeichnen, während IV. 32 und IV. 57 als **AAeeii** gedeutet werden müssen.

b. II-Pflanzen.

Die II-Pflanzen sind, wie oben angedeutet, durch das Fehlen der Grannen an den Seitenährchen ausgezeichnet (medianbegrannt). Unter diesen erwarten wir die 4 folgenden homozygotischen Pflanzen pro 64, nämlich **AAEEII**, **AAeeII**, **aaEEII** und **aaeeII**, von denen die letztere nichts anderes als ein von zwei Eltern Nogenasi ist (Taf. XIII, Fig. 26). Die homozygotischen

(1) P = **AAeeii** × **aaEEii** = **aaEEii** × **AAeeii**

F_1 = **Aei** × **aEi** = **aEi** × **Aei** = **AaEeii**

F_2 = 9 lang (**AAEEii** + 2**AAEeii** + 2**AaEEii** + 4**AaEeii**) + 6 mittellang (**AAeeii** + **aaEEii** + 2**Aaeeii** + 2**aaEeii**) + 1 kurz (**aaeeii**)

TABELLE IV.

(Bei jeder Kreuzung die F_2-Nachkommen aus je 5 Ähren untersucht)

Kreuzungsart	F_1	F_2-Nachkommen			
		lang	mittellang	kurz	Summe
IV. 24 (Fig. 6) × II. 21 (Fig. 5)	mittellang	0	169	0	169
IV. 37 (Fig. 7) × „ „ „	„	0	153	0	153
IV. 54 (Fig. 8) × „ „ „	„	0	213	0	213
IV. 32 (Fig. 3) × „ „ „	lang	100	65	12	177(1)
IV. 57 (Fig. 4) × „ „ „	„	68	41	16	125(2)

F_2 - Nachkommen der II-Klasse sind die folgenden, wie ich mittelst der Kultur bis zu F_6 geprüft habe:

TABELLE V.

	Familie						Erwartung	Abweichung	σ
	I	II	III	IV	V	Summe			
lang (**AAEEII**) (Fig. 19)	0	0	2	0	3	5	3,66	+1,34	±1,93
mittellang (**AAeeII**) (Fig. 22)	1	0	0	1	1	3	„	−0,66	„
kurz (**aaEEII**) (Fig. 23-24)	1	0	1	0	1	3	„	„	„
grannenlos (**aaeeII**) (Fig. 26)	2	0	1	0	0	3	„	„	„
Summe	4	0	4	1	5	14			

$\chi^2 = 0,8476$

Somit eine gute Übereinstimmung mit der Theorie.

---

(1)	lang	mittellang	kurz	Summe
	100	65	12	177
Erwartet auf 9 : 6 : 1 Schema	99,54	66,36	11,06	
Abweichung	+0,46	−1,36	+0,94	

$\chi^2 = 0,8239$

(2)	lang	mittellang	kurz	Summe
	68	41	16	125
Erwartet auf 9 : 6 : 1 Schema	70,2	46,8	7,8	
Abweichung	−2,2	−5,8	+6,2	

Die Übereinstimmung mit der Theorie ist nicht sehr gut inbezug auf mittellang und kurz, was offenbar davon herrührt, dass bei der Klassifizierung von diesen zweierlei Individuen einige Fehler unterlaufen sind. Da die Unterscheidung zwischen denselben wegen der Fluktuation der Grannenlänge nicht selten sehr schwierig ist, ist es höchst wahrscheinlich, dass hier eine Anzahl von mittellang unter der kurzen Klasse einbezogen wurden. Die gefundene und gerechnete Zahl von langbegrannt stimmen dagegen ziemlich gut überein.

Bei **II**-Pflanzen sind oft, wenn nicht immer, die Nachkommen **AAeeII** und **aaEEII** durch ihre respektive Grannenlänge phänotypisch ziemlich gut voneinander unterscheidbar : unter der Voraussetzung, dass **A** längere Granne bedingt als **E**, kann man die Ähre in Fig. 22 zu **AAeeII** und dieselbe in Fig. 23 (oder Fig. 24) zu **aaEEII** gehörend betrachten, da bei der ersteren die Granne viel länger ist als bei der letzteren. In der Tabelle V sind **AAeeII** und **aaEEII** in solcher Weise klassifiziert worden. Weiter, dass diese zweierlei Pflanzen nicht nur phänotypisch, sondern auch genotypisch verschieden sind, erhellt sich aus der Tatsache, dass die Kreuzung zwischen mittellang (Fig. 22) an einer Seite und kurz (Fig. 23–24) an der anderen langbegrannte F_1-Nachkommen gibt, da wir haben

P……**AAeeII** (mittellang) × **aaEEII** (kurz)
F_1 ……………**AaEeII** (lang)

B. Heterozygotische Nachkommen.

Auf Grund der F_2-sowie F_3-Kulturen habe ich die folgenden 84 F_2-Nachkommen als heterozygotisch erkennen können.

Tabelle VI.

Familie	Klasse			Erwartung	Abweichung		Gesamte Zahl von F_2-Pflanzen
	ii	II	Summe		ii	II	
I	7	5	12	6,2	+0,8	−1,2	37
II	10	10	20	9,1	+0,9	+0,9	55
III	4	8	12	7,8	−3,8	+0,2	47
IV	8	4	22	10,0	−2,0	+4,0	58
V	10	18	18	8,3	+1,7	−0,3	50
Summe	39	45	84				247
Erwartet	41,75	41,75					
Abweichung	−2,75	+3,25					

$\sigma = \pm 4{,}533$

Die Übereinstimmung der gefundenen und errechneten Zahl ist mithin ziemlich gut.

Die genotypische Konstitution von verschiedenen heterozygotischen F_2-Pflanzen, d. h. **ii**, **Ii** sowie **II**, wurde durch die Untersuchung ihrer

Spaltungsweise in F_3 sowie F_4 erzielt (s. S 199 ff.). Ihre(1) in solcher Weise nachgewiesene respektive Individuenzahl steht in der Tabelle VII.

TABELLE VII.

(Zahl von genotypisch verschiedenen Individuen in F_2)

		I	II	III	IV	V	Summe	Erwartung	Abweichung	σ
lang	1. **AAEEIi** (Fig. 13)	2	0	4	5	0	11	7,6	+ 3,4	±2,72
	2. **AAEeII+AaEEII** (Fig. 21)	2	3	6	6	5	22	15,2	+ 6,8	±3,79
	3. **AAEeIi+AaEEIi** (Fig. 14)	5	15	8	2	3	33	30,4	+ 2,6	±5,16
	4. **AaEeII** (Fig. 20)	1	1	1	0	0	3	15,2	−12,2	±3,79
	5. **AaEeIi** (=F_1) (Fig. 15)	5	5	2	14	11	37	30,4	+ 6,6	±5,16
	6. **AAEeii+AaEEii** (Fig. 2)	4	8	3	5	8	23	15,2	+12,8	±3,79
	7. **AaEeii** (Fig. 10)	1	0	0	1	1	3	15,2	−12,2	±3,79
mittellang	8. **AAeeIi+aaEEIi** (Fig. 16 a b)	1	2	3	1	4	11	15,2	− 4,2	±3,79
	9. **AaeeII+aaEeII** (Fig. 25)	2	7	1	10	2	22	15,2	+ 6,8	±3,79
	10. **AaeeIi+aaEeIi** (Fig. 17)	3	4	4	1	4	16	30,4	−14,4	±5,16
	11. **Aaeeii+aaEeii** (Fig. 11)	2	2	2	2	1	9	15,2	− 6,2	±3,79
kurz	12. **aaeeIi** (Fig. 18)	4	5	1	3	5	18	7,6	+10,4	±2,72
	Summe	32	52	35	50	46	215			

In der obigen Tabelle sind in einigen Fällen die Abweichungen der gefundenen aus den gerechneten Zahlen ziemlich gross, so besonders bei Nr. 4, 6, 7

(1) Die gesamte Individuenzahl jeder Familie in F_3 sowie F_4 ist die folgende:

Familie	F_3	F_4
I	1601	1221
II	1997	1507
III	1730	1194
IV	2139	1585
V	1723	1333
Summe	9190	6838

und 12, wo der Quotient $\frac{\text{Abw.}}{\sigma}$ je mehr als 3 beträgt. Dazu verantwortlich könnte man z. B. an die selektive Mortalität der Zygoten denken, aber das ist ganz ausgeschlossen, weil die Ähren keine Lücken aufweisen. Der Grund dafür ist natürlich durch besonders daraufhin angerichtete Versuche definitiv zu entscheiden, doch glaube ich, dass die unten angegebenen Erwägungen die Tatsache etwas verständlich machen können. Vor allem, dank den Untersuchungen von CORRENS, RENNER und HERIBERT-NILSSON,[1] ist es wohl bekannt, dass in gewissen Fällen beim Wachstum der Pollenschläuche wir die Erscheinung wahrnehmen, die Konkurrenz oder Zertation genannt wird. Sie besteht darin, dass unter den nach den Eizellen anwachsenden Pollenschläuchen von genotypisch verschiedenen Sorten einige wegen ihrer grösseren Wachstumsgeschwindigkeit viel schneller dieselben erreichen und befruchten können als die anderen. Zwar wurde die Konkurrenz hauptsächlich bei langgriffligen Pflanzen, wie Mais, *Oenothera*, *Melandrium* nachgewiesen, doch dass sie auch bei kurzgriffligen, wie Gerste, nicht ausgeschlossen sei, ist daraus klar, dass CORRENS sie bei *Rumex Acetosa* festgestellt hatte, wo die Griffel nicht besonders lang ist.[2] Die Folge solcher ungleichen Zuwachsgeschwindigkeit der Pollenschläuche ist die, dass bei der Kreuzung die Zahlen der von der einen und anderen Art Pollen befruchteten Eizellen einer selben Pflanze ungleich gross sind, im Gegensatz zu den typischen Fällen, wobei beide ungefähr gleich gross sind. Nun wenn man zunächst bei der obigen Tabelle Nr. 6 und 7 zueinander vergleicht, sieht man, dass die Abweichungen von beiden aus der Theorie fast gleich und gerade im entgegengesetzten Sinne sind (d.h. +12, 8 resp. -12, 2), sodass durch Addition sie zueinander fast ausgleichen. In anderen Worten, sind bei einer Nr. fast ebenso viele Individuen in Überschuss, als es gerade bei der anderen von derselben mangelte. Auf Grund der oben angedeuteten Konkurrenztheorie können wir die folgenden Erwägungen machen.

AaEEii = ♀ **AEi** × ♂ **aEi**
AAEeii = ♀ **AEi** × ♂ **Aei**
AaEeii = ♀ **AEi** × ♂ **aei**.

In obengenannten drei Kreuzungen ist die Eizelle immer gleich und deshalb wenn man die Annahme macht, dass die Pollenschläuche aus **aEi** oder **Aei** viel schneller wachsen können als dieselben aus **aei**, kann man sich davon überzeugen, dass die Eizellen **AEi** meistens durch **aEi** oder **Aei** und nur in wenigen Fällen durch **aei** befruchtet werden, was die oben angedeutete Überlegenheit

(1) CORRENS, Sitzgsber. K. Preuss. Akad. Wiss. **51** (1917), 685-717; RENNER, Zeits. ind. Abstamm. u. Vererb.-lehre **18** (1917), 121-294; HERIBERT-NILSSON, Hereditas **1** (1920), 41-67.

(2) Biol. Zentralb. **42** (1922), 465-480. Bei Gerste sowie Sauerampfer ist die Griffel kurz, während die Narbe bei beiden verhältnismässig gross ist.

von **AaEEii-** und **AAEeii-**Zygoten verursacht. In den Fällen von reziproken Kreuzungen, d. h. bei

♀**aEi** × **AEi**
♀**Aei** × ♂**AEi**
♀**aei** × ♂**AEi**

sind die männlichen Gameten in allen Fällen gleich und wird keine Konkurrenz im obigen Sinne stattfinden können: alle drei Befruchtungen werden somit gleich wahrscheinlich sein.

Inbezug auf Nr. 4 und 12 in der obigen Tabelle können wir fast gleichartiges sagen. Dabei haben wir die Abweichung $-12{,}2$ resp. $+10{,}4$, somit gibt ihre Addition $-1{,}8$, sodass sie stark reduziert wird ($\sigma = \pm 3{,}0983$, womit $\frac{\text{Abw.}}{\sigma}$ = ung. 0,6). Nun

AaEeII = ♀**aeI** × ♂**AEI**
aaeeIi = ♀**aeI** × ♂**aei.**

Man kann annehmen, dass die Pollenschläuche aus **aei** im allgemeinen viel schneller wachsen können als dieselbe aus **AEI**, sodass die Eizellen **aeI** vorwiegend durch **aei** befruchtet werden; infolgedessen haben wir verhältnismässig viele **aaeeIi** und wenige **AaEeII.** Bei den reziproken Befruchtungen, d. h. bei

♀**AEI** × ♂**aeI**
♀**aei** × ♂**aeI**

werden beide Befruchtungen gleich wahrscheinlich sein, indem wir nur einerlei Pollenart haben.

Inbezug auf den andern Nrn. ist der Quotient $\frac{\text{Abw.}}{\sigma}$ bei Nr. 10 ungefähr 2, bei einigen anderen liegt er zwischen 1 und 2 und bei Nr. 3 kleiner als 1. Alle diese Abweichungen können vielleicht als blosse Zufälligkeiten betrachtet werden, doch wenn man sie mit denselnen bei homozygotischen Individuen vergleicht (Tabelle III und V), kann man erkennen, dass im allgemeinen sie grösser bei den letzteren als bei den ersteren sind. Der Grund dafür könnte vielleicht meiner Ansicht nach in den oben angedeuteten Konkurrenzphänomenen liegen: oben habe ich bei einigen Nrn. ihr Geschehen wahrscheinlich gemacht und es wird nicht ausgeschlossen, ja sogar wahrscheinlich sein, dass diese Erscheinung auch bei den anderen Nrn. stattfinden wird, wenn ich nicht die Konkurrenzweise genau nachweisen mag. Die anderen Möglichkeiten werden nicht hierbei natürlich ausgeschlossen sein.

III. Einige Beispiele der genotypischen Bestimmung.

Wie oben erwähnt, ist die genotypische Konstitution der heterozygotischen F_2 - Pflanzen auf Grund von F_3 - und F_4 - Kulturen bestimmt worden. Unten möchte ich davon ein paar Beispiele zitieren.

1. Nr. I. 27 (vgl. Fig. 2, welche die mit I. 27 genotypisch übereinstimmende Nr. II. 33 darstellt) ist ein lang- und ganzbegranntes F_2 - Individuum. Was wird ihre genotypische Zusammensetzung sein? Dass es zur **ii**-Klasse gehört, ist von vornherein klar, da es ganzbegrannt ist. Auch dass es beide **A** und **E** enthält, ist aus ihren langen Grannen zu sehen; ob aber **A** und **E** im homo- oder heterozygotischen Zustande seien, ist ohne weiteres kaum erkennbar. In F_3 hat es 24 lang- und 8 mittellangbegrannte Nachkommen ausgegeben, was auf lang : mittel=3 : 1 erinnert. In F_4, unter 24 langbegrannten Individuen haben 9 sich konstant erwiesen haben, während 15 zusammen (5 Ähren) sich zu 376 lang und 118 mittellang ausgespalten haben, d. h. ungefähr im Verhältnisse 3 : 1 ; 8 mittellange Pflanzen gaben nur ihresgleichen. Somit

	lang : hetero : mittellang	= 9 : 15 : 8
erwartet		8 : 16 : 8.

Aus alledem kann man das in Rede stehende F_2 - Individuum als **AAEeii** (oder **AaEEii**) betrachten.

2. Nr. I. 30 (Taf. XII, Fig. 18) ist ein medianbegranntes und seitlich spitziges Individuum, wobei die Grannen kurz sind. Man kann es von vornherein als **Ii**-Pflanze erkennen. In F_3 hat es 8 ganz- und 25 medianbegrannte Nachkommen produziert, wobei die Grannen auch kurz sind ; wenn auch es ganz klar ist, dass die letzteren Nachkommen beide **II**- und **Ii**-Pflanzen enthalten, ist ihre einwandfreie Unterscheidung nur mittels F_4 - Kultur zu erreichen, da, wie oben erwähnt, die **II**- und **Ii**-Pflanzen ausnahmsweise die an ihren Enden zugespitzten resp. abgerundeten Seitenährchen produzieren können. In F_3 - Generation haben alle 8 ganzbegrannte sowie 8 medianbegrannte Nachkommen sich konstant erwiesen, während 17 medianbegrannte sich wieder zu zweierlei Nachkommen ausgespalten haben, und zwar im ungefähren Verhältnisse 3 median : 1 ganz (612 resp. 197). Somit haben wir

	ganz : hetero : median	= 8 : 17 : 8
erwartet		8,25 : 16,5 : 8,25.

Die in Rede stehende F_2 - Pflanze ist daher genotypisch als **aaeeIi** zu deuten.

3. Nr. I. 28 (vgl. Fig. 25, welche die mit I. 28 genotypisch ganz übereinstimmende Nr. V. 48 darstellt) ist ein median- und mittellangbegranntes F_2 - Individuum. Dass es zur **II**-Klasse gehört, ist aus ihrem äusseren Aussehen kaum zweifelhaft. In F_3 hat es im ganzen 23 Nachkommen produziert (5 Ähren), die entweder medianbegrannt oder grannenlos sind. Von denselben haben in F_4 je 5 unbegrannte und medianbegrannte Pflanzen sich konstant erwiesen, die somit als **aaeeII** resp. **AAeeII** zu betrachten sind. Dagegen haben 13 sich zu medianbegrannten und grannenlosen ausgespalten, im unge-

führen Verhältnisse 3 : 1.(1) Daher haben wir

	mittellang	:	hetero	:	unbegrannt
	(**AAeeII**)		(**AaeeII**)		(**aaeeII**)
	5	:	13	:	5
erwartet	5,75	:	11,5	:	5,75

weshalb das in Rede stehende F_2 - Individuum als **AaeeII** zu deuten ist.

4. Nr. I. 19 (Taf. XI, Fig. 10) ist ein ganz- und ziemlich langbegranntes F_2 - Individuum. Dass es zur **ii**-Klasse gehört, ist ohne weiteres klar. In F_3 hat es unter anderem 1 lang, 4 mittellang und 2 kurz geliefert, welche in F_4 sich konstant erwiesen haben und daher als **AAEEii**, **AAeeii + aaEEii** resp. **aaeeii** zu betrachten sind. Überdies hat es in F_3 10 langbegrannt ausgegeben, von denen 4 in F_4 sich zu 160 lang und 46 mittellang ausgespalten haben und daher als **AaEEii** oder **AAEeii** zu deuten sind, und 6 sich zu lang, mittellang und kurz im Verhältnisse 187 : 114 : 32=ungefähr 9 : 6 : 1 ausgespalten haben und daher als **AaEeii** zu deuten sind.(2) Hinzuzufügen dazu sind noch 5 in F_3 überdies ausgelieferte mittellang, welche in F_4 im ganzen sich zu 147 mittellang und 74 kurz ausgespalten haben und mithin für **Aaeeii + aaEeii** angenommen werden dürfen. Kurz, man hat hier in F_4 die folgende Spaltung beobachtet:

F_3 — F_4

lang — 1......konstant (= **AAEEii**)
lang — 10 — 4...160 lang + 46 mittellang (= **AaEEii + AAEeii**)
lang — 10 — 6...187 lang + 114 mittellang + 32 kurz (= **AaEeii**)

mittellang — 4......konstant (= **AAeeii + aaEEii**)
mittellang — 5......147 mittellang + 74 kurz (= **Aaeeii + aaEeii**)

kurz — 2......konstant (= **aaeeii**)

Auf Grund der F_4 - Kultur sieht man deshalb, dass in F_3 wir im ganzen die folgenden Nachkommen haben:

---

(1) 187 : 48 = 231, mithin ist die Abweichung etwas gross, was auf die grosse Schwierigkeit der Unterscheidung dieser zweierlei Nachkommen gegründet ist.

(2) 187 lang : 114 mittellang : 32 kurz, theoretisch 187, 2 : 124, 8 : 20, 8 auf 9 : 6 : 1 Grundlage, und somit stimmen die gefundenen Zahlen von mittellang und kurz mit den theoretischen nicht sehr gut überein. Wenn man aber diese Zahlen 187 lang : 146 mittellang + kurz nach 9 : 7 Schema beurteilt, ist die theoretische Erwartung sehr gut realisiert ($\sigma = \pm 0,2$). Die obengenannte schlechte Übereinstimmung darf offenbar davon herrühren, dass eine Anzahl von mittellang durch Versehen unter der kurzen Klasse eingereiht worden seien.

Tabelle VIII.

	AAEEii	aaEEii +AAeeii	aaeeii	AAEeii +AaEEii	Aaeeii +aaEeii	AaEeii
gefunden	1	4	2	4	5	6
gerechnet	1,4	2,8	1,4	5,6	5,6	5,6
Abweichung	−0,4	+1,2	+0,6	−1,2	−0,6	+0,4

somit P=0,9576,

eine gute Übereinstimmung mit der Theorie und man kann das in Rede stehende F_2 - Individuum als **AaEeii** deuten.

IV. Wirkung von I-Faktor.

Wie oben erwähnt, ist die Hauptfunktion des Faktors **I** das Verhindern der Entwicklung von seitlichen Grannen, wenn er im homozygotischen Zustande ist. Auch haben wir bei F_1 - Pflanzen gesehen, dass er im heterozygotischen Zustande die Enden der Seitenährchen spitzig statt abgerundet macht und nicht selten eine kurze Granne dort entstehen lässt. Die naheliegende Frage ist: wie wirkt er inbezug auf die Mittelährchen? Bei **aaeeii** (Taf XI, Fig. 12) beobachten wir an beiden medianen und seitlichen Ährchen kurze Grannen; nun als bei **aaeeII** (Taf. XIII, Fig. 26) nicht nur die seitlichen, sondern auch die medianen Grannen in der Regel fehlen, so kann man schliessen, dass der Faktor **I** im homozygotischen Zustande auch die Entwicklung der medianen verhindern kann. Diese Deutung wird auf die „Presence-and-Absence"-Theorie gegründet. Wenn man doch die Tatsache nach der moderneren Auffassung der Faktoren erklären will, so kann man annehmen, dass der Faktor **i** etwas enthält, welches bei **I** fehlt und zur Entwicklung der medianen Grannen beiträgt. Unter dieser Annahme, wenn der Mangel von seitlichen Grannen bei **aaeeII** der hemmenden Wirkung von **II** zuzuschreiben sein mag, so dürfte derselbe von medianen bei dieser Zygote mindestens hauptsächlich dem Fehlen von **ii**-Faktoren zu verdanken sein; nach dieser Auffassung, ob dabei der Faktor **I** auch zur Hemmung der Entwicklung von medianen Grannen beitragen könne, ist noch zu untersuchen.

Wenn man die Länge der medianen Grannen bei **AAEEII** (Fig. 19) und **AAEEIi** (Fig. 1) zueinander vergleicht, so scheint es, dass im allgemeinen sie bei dem ersteren etwas kürzer als bei dem letzteren sind, doch ist das nicht immer so, und man muss mindestens sagen, dass der Faktor **I** keineswegs in merkwürdiger Weise die Grannenlänge der Mittelährchen beeinflussen kann.

V. Wirkung von A- und E-Faktor.

Es ist eine sehr gemeine Erscheinung, dass bei den Schösslingen ein und desselben Stockes die Grannen viel länger bei den später als bei den früher entwickelten sind, ja sogar können sie bei der ersteren an den Ährchen entstehen, wo in normalen Fällen gar keine nachzuweisen sind, was auch die Individuenklassifizierung schwierig macht. Deshalb müssen wir denn alle Schösslinge genau vergleichen, um die Frage zu beantworten, was dabei als typisch anzusehen ist. Die Tatsache, dass die Grannenproduktion von den Aussenbedingungen abhängig ist, ist z. B. dadurch gut zu sehen, dass nach meinen langjährigen Erfahrungen die Intensität der Ausnahmeproduktion von medianen Grannen bei Nogenasi von Jahr zu Jahr stark variabel ist.

Teils wegen der starken Fluktuation, teils wegen der kleinen Zahl von zur Messung aufgenommenen Individuen müssen die in der folgenden Tabelle befindlichen Zahlen nur als die ungefähren betrachtet werden.

TABELLE IX.(1)

(Länge in cm)

	Individuen						
	AAeeii oder aaEEii	aaeeii	AaEeIi (=F_1)	AAEEII (lang)	AaEEII (lang)	aaEEII (kurz)	aaeeII (Nogenasi)
Ähren	8	5-6	7	8	6	4	4
Grannen	5	3-4	10	12	4	2	0
überschüssige Grannenlänge	3-5	1	8	10	2	0(fast)	0

Die obige Tabelle lehrt uns, dass die Grannen- und die Ährenlänge zueinander positiv korreliert sind, wobei das Verhältnis der Längenzunahme der Ähren im allgemeinen kleiner ist als dieselbe der Grannen, woraus man sehen kann, dass beide die Grannen sowie die Ährenlänge mindestens hauptsächlich durch die A- und E- Faktoren bestimmt werden, wenn auch die Beteiligung von irgend anderen keineswegs ausgeschlossen sein wird.(2) So z. B. ist die Länge von beiden grösser bei **AAeeii** (Fig. 3) als bei **aaeeii** (Fig. 12); ebenfalls bei **AAEEII** (Fig. 19) als bei **AaEeII** (Fig. 20) oder **AAeeII** (Fig. 22)

(1) Bei ganzbegrannten Individuen zeigt die Länge immer dieselbe von medianen Grannen.

(2) Vgl. z. B. S. 204, Tabelle X und das darüber Gesagte.

usw.[1] Bei den Ähren, die mehr oder minder langbegrannt sind, ist die Länge der über deren Spindel hervorragenden Teile von Grannen (=überschüssige Grannenlänge) für die Individuenklassifizierung als ihr Charakteristikum gut verwendbar, ja sogar benutzt v. UBISCH ausschliesslich dieses Merkmal für denselben Zweck.[2] Aus der obigen Tabelle kann man sehen, dass die überschüssige Grannenlänge auch von den **A**- und **E**-Faktoren abhängig ist.

Die Tabelle IX bezieht sich auf die Individuen mit mehr oder minder lockergebauten Ähren. Wie oben erwähnt, sind Kinukawa und Nogenasi dicht- resp. lockerährig; F_1 ist lockerährig und in F_2 sind ausser lockerährigen eine Anzahl von dichtährigen Gersten vertreten. Indem es seit lange bekannt ist, dass die Grannenlänge der Ährendichtigkeit umgekehrt proportional ist, müssen wir auch darauf Rücksicht nehmen, wenn dicht- und lockerährige Individuen inbezug auf die Grannenlänge im Vergleich gezogen werden müssen.[3] So z. B. siehe Tabelle X.

TABELLE X.

(Länge in cm).

	AAEEII		**AAeeII aaEEII**		**AAeeii**		**AAEEii**	
	dicht	locker	dicht	locker	dicht	locker	dicht	locker
Ähren	4	8	3	4	5	8	5	8
Grannen	10	12	1,5	2	kleiner als 5	5	12	14
überschüssige Grannenlänge	4	6–10	0	0	kleiner als 3	5	8	10

(1) Indem, wie man aus der Tabelle IX sehen kann, die Zunahme der Ährenlänge in ihrer Verhältnisse nicht selten von derselben der Grannenlänge mehr oder weniger übertroffen wird, kann es bisweilen vorkommen, dass die einzelnen Ähren mit längeren Grannen denselben mit kürzeren gleichlang oder gar etwas kürzer als dieselben sind, und zwar inbezug auf diejenigen von der gleichartigen Dichtigkeit (vgl. unten), aber wenn man die Mittelwerte aus einer hinreichenden Anzahl von zwei Sorten Ähren vergleicht, kann man sich leicht von der Richtigkeit der Annahme der positiven Korrelation überzeugen.

(2) Sie sagt, „ als Grannenlänge ist hier die Differenz Ähre mit Grannenlänge—Spindellänge bezeichnet." S. 1. c. S. 131.

(3) Sô [Jour. Soc. Sc. Agric. Japan **208** (1919), 1096] hat bei Gerste auf das Vorhandensein eines rezessiven Faktors aufmerksam gemacht, welcher zur Verkleinerung ihrer verschiedenen Teile beiträgt, z. B. Individuenhöhe, Ährenlänge, Grannenlänge, Spelzengrösse usw., weshalb bei den mit diesem Faktor beladenen Pflanzen die Ähre kurz und dementsprechend dicht sein muss. Oben habe ich verschiedene Individuen hauptsächlich nach der relativen Länge ihrer Grannen klassifiziert, doch wenn man ihre absolute Länge vergleichen will, muss man natürlich auch darauf Rücksicht nehmen, wenn es überhaupt ein solcher Faktor gibt.

Wie die obige Tabelle zeigt, kann man bei den als genotypisch gleich anzusehenden Pflanzen den Längenunterschied von Grannen sowie Ähren nachweisen. Nichtsdestoweniger können wir dabei die überschüssige Grannenlänge in Betracht ziehen. Man kann im allgemeinen sagen (s. die Tabelle IX und X), dass die Granne lang oder mittellang ist, je nachdem der Quotient $\frac{\text{überschüssige Grannenlänge}}{\text{Ährenlänge}}$ grösser (und gleich) oder kleiner als 1 ist; sie ist kurz, wenn er 0 oder fast 0 beträgt. Es ist ganz natürlich, dass man ausschliesslich dieses Merkmal für die Klassifikation nicht verwenden darf; man muss dafür auch zugleich die absolute Länge der Granne in Vergleich ziehen und auch ihre Fluktuationen bei verschiedenen Schösslingen eines selben Individuums Rücksicht nehmen. Unten will ich ein Beispiel, wobei zwei auf die Ährendichtigkeit verschiedene Individuen genotypisch gleich zu betrachten sind, hervorheben.

Ped.-Nr. IV. 57 (Fig. 4) ist ein dichtähriges Individuum mit 4 cm oder kürzerer Ähre, 4 cm oder etwas längerer Granne und ungefähr 2,5-4 cm überschüssiger Grannenlänge; Ped.-Nr. IV. 32 (Fig. 3) ist ein etwas lockerähriges Individuum mit 5 cm Ähre, 5,5 cm oder längerer Granne und 5 cm überschüssiger Grannenlänge. Dass diese zwei Individuen trotz den oben angedeuteten Unterschieden zum gleichen Genotypus (d. h. **AAeeii**) zu stellen sind, wurde aus S. 194 angegebenen Kreuzungsresultaten klar, da in beiden Fällen (IV. 32 × II. 21 und IV. 57 × II. 21) sie gleichartig ausgefallen sind.

VI. Allgemeine Schlüsse.

Die in meiner 1917 erschienenen vorläufigen Mitteilung über die Vererbung der Grannen bei der Kreuzung Kinukawa (begrannt) × Nogenasi (unbegrannt) erwähnten Ergebnisse wurden durch die Resultate der reziproken bestätigt, welche zur F_4 – Generation reicht und ziemlich eingehend studiert wurde. Die daraus gezogenen allgemeinen Schlüsse sind die folgenden:

1. Bei der Vererbung der Grannen bei unserer Kreuzung sind drei Faktoren, **A**, **E** und **I** tätig.

2. **I** ist der Hemmungsfaktor, der im homozygotischen Zustande die Entwicklung der Grannen an den seitlichen Ährchen verhindern kann.

3. Durch **A** und **E** wird die Länge der Grannen sowie Ähren bestimmt. Falls beide **A** und **E** fehlen, sind entweder die kurzen Grannen an den Mittel- sowohl Seitenährchen entwickelt oder gar (oder fast) keine, je nachdem **I** fehlt oder in doppelter Dose vorhanden ist (d. h. **aaeeii** resp. **aaeeII**). Für die Erklärung dafür gibt es zwei Möglichkeiten: erstens verhindern die Faktoren **II** auch die Entwicklung von medianen Grannen; zweitens haben sie gar (oder fast gar) keine solche Wirkung und ihr Mangel ist mindestens hauptsächlich

dem Fehlen von **ii**-Faktoren zu verdanken, welche etwas enthalten, das zu ihre Entwicklung beiträgt und bei **II** fehlt.

4. Beim Vorhandensein von entweder **A** oder **E** können die Grannen von bestimmter Länge produziert werden, aber wenn beide in einer Zygote vereinigen, kommen die längeren zur Entwicklung. Unsere Sippe Kinukawa, die durch die Formel **AAEEii** (Fig. 1) bezeichnet wird, ist deshalb durch den Besitz von langen Grannen ausgezeichnet; ebenso die durch Spaltung hervorgegangene **AAEEII** (Fig. 19), **AAEEIi** (Fig. 13) usw. Bei **AAeeii** (Fig. 3-4) und **aaEEii** (Fig. 5-6) sind sie mittellaug; bei **AAeeII** (Fig. 22) und **aaEEII** (Fig. 24) sind sie mittellang oder ziemlich kurz.

5. Da die Grannenlänge der Ährendichtigkeit umgekehrt proportional ist, muss man darauf Rücksicht nehmen, wenn man dichte und weniger dichte Ähren vergleicht. In diesem Falle ist die Länge der über die Ährenspindel hervorragenden Teile der Granne für die Individuenklassifizierung verwendbar (überschüssige Grannenlänge).

6. Die genaue genotypische Bestimmung verschiedener durch Spaltung hervorgegangenen Individuen ist dem phänotypischen Aussehen nach im allgemeinen nicht durchzuführen, sie ist nur mittels ihrer respektiven Spaltungsweise zu erkennen.

7. Wenn ich durch meine Versuche die trifaktorielle Vererbung der Grannen festgestellt habe, wäre natürlich die andersartige bei den anderen Gerstensippen nicht ausgeschlossen.

Diese Arbeit wurde durch die pekuniäre Unterstützung von „Keimeikwai" (Gesellschaft für die Förderung wissenschaftlicher Arbeiten) in Tôkyô ermöglicht.

Figurenerklärung.

Anmerkung.–Alle photographische Aufnahmen sind ungefähr zum gleichen Verhältnisse verkleinert, wenn die Verkleinerung keineswegs immer genau gleich ist. Die Grannen, besonders, wenn trocken, sind sehr zerbrechlich, sodass man bei unseren photographischen Aufnahmen nicht selten zerbrochene Grannenspitzen sehen wird.

Tafel XI (ii-Pflanzen).

Ähren in Fig. 1, 4 und 12 in Seitenansicht dargestellt, dieselben in allen anderen Figuren in Frontansicht, und zwar die in Fig. 7 etwas schräg gesehen.

Fig. 1. Kinukawa-Sippe (**AAEEii**).
Fig. 2. Ped.-Nr. II. 33 (**AAEeii**).
Fig. 3. „ „ IV. 32 (**AAeeii**).
Fig. 4. „ „ IV. 57 („).
Fig. 5. „ „ II. 21 (**aaEEii**).

Fig. 6. „ „ IV. 24 („).
Fig. 7. „ „ IV. 37 („).
Fig. 8. „ „ IV. 54 („).
Fig. 9. „ „ I. 16 (AaEEii).
Fig. 10. „ „ V. 2 (AaEeii).
Fig. 11. „ „ II. 41 (Aaeeii).
Fig. 12. „ „ II. 55 (aaeeii).

Tafel XII (Ii-Pflanzen).

Ähren in Fig. 14 und 16a in Seitenansicht dargestellt und dieselben in alle anderen in Frontansicht.

Fig. 13. Ped.-Nr. III. 3 (AAEEIi).
Fig. 14. „ „ V. 19 (AAEeIi).
Fig. 15. F_1 – Pflanze (AaEeIi).
Fig. 16. a. Ped.-Nr. III. 24 (AAeeIi).
„ „ b. „ „ II. 36 („).
Fig. 17. „ „ V. 46 (AaeeIi),
Fig. 18. „ „ I. 30 (aaeeIi).

Tafel XIII (II-Pflanzen).

Ähren in Fig. 20, 22, 25 und 26 in Seitenansicht dargestellt, die in Fig. 26 schräg gesehen; dieselben in allen anderen Figuren in Frontansicht.

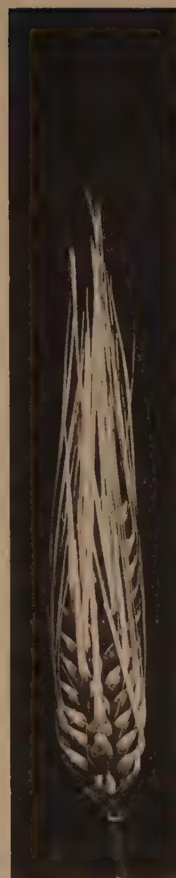
Fig. 19. Ped.-Nr. V. 10 (AAEEII).
Fig. 20. „ „ III. 6 (AaEeII).
Fig. 21. „ „ V. 15 (AAEeII).
Fig. 22. „ „ V. 18 (AAeeII).
Fig. 23. „ „ V. 37 (aaEEII).
Fig. 24. „ „ III. 19 („).
Fig. 25. „ „ V. 48 (AaeeII).
Fig. 26. Nogenasi-Sippe (aaeeII).

Nachsatz.

Ganz neuerdings erschien eine Abhandlung von Engledow über die Erblichkeit der Gerste (Jour. of Genetics, Vol. 14, No. 1, 1924, S. 49 ff.), welche mir zu spät war, um in der vorliegenden Mitteilung mitbenutzt zu werden.



1
(AAEEii)



3
(AAeeii)



5
(aaEEii)



6
(aaEEii)



9
(AaEEii)



10
(AaEeii)



2
(AAEeii)



4



8



11



7



12


16a
(AAeeIi)


17
(AaeeIi)


13
(AAEEIi)


14
(AAEeIi)


15
(AaEeIi)


16b
(AAeeIi)


18
(aaeeIi)


19
(AAEEII)


20
(AaEeII)


21
(AAEeII)


22
(AAeeII)


24
(aaEEII)


23
(aaEEII)


26
(aaeeII)


25
(AaeeII)